أمور كيميائية!

# حالات المادة



## المجلّد الثاني

آلان بي كوب



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

# سلسلة أمور كيميائية

عشرة أجزاء

الجزء الثاني: حالات المادة

الطبعة العربية الأولى 2011

إصدار مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

تمت ترجمة السلسلة ونشرها بالاتفاق مع

مجموعة براون رفرنس



Chemistry Matters

Volumes 10

Volume 2: States of Matter

2007 الطبعة الإنجليزية الأولى

Published by arrangement with

The Brown Reference Group plc

## عن هذه السلسلة

تقدم سلسلة «أمور كيميائية» تعريفاً ذكياً و مشوّقاً يتناول كافة مجالات الكيمياء الحديثة، حسب المناهج الدراسية الحالية المعتمدة في مدارس المرحلتين الإعدادية و الثانوية، و توفر هذه المجموعة الغنية بالصور شرحاً واضحاً للمبادئ و التطبيقات العلمية عن طريق استخدام الصور المشوّقة و الرسوم المدعمة بالشرح، و يساعد الانتقاء المدروس للأمثلة على جعل الموضوعات المطروحة مسلّية و مرتبطة بممارسات حياتنا اليومية، كما تسلّط اللوحات المستخدمة الضوء على المصطلحات الأساسية و الأشخاص و الوقائع و الاكتشافات و مختلف جوانب التكنولوجيا، بالإضافة إلى زاوية «جرّب بنفسك»، التي تحث القرّاء على اكتشاف الأسس العملية بأنفسهم من خلال إجراء التجارب خطوة بخطوة في المنزل أو في المدرسة. و تقدّم زاوية «الكيمياء و تطبيقاتها» أيضاً أمثلة حيّة مستوحاة من ممارسات حياتنا اليومية حول التطبيقات العملية للكيمياء.

540 آلان ب، كوب وآخرون
أمور كيميائية / آلان ب، كوب : ترجمة محمد علام خضر - ط 1. - الكويت: مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، 2011
10 مج : رسوم، صور، 28 سم
ردمك: 978-99966-33-10-2
أ. العنوان ب. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (ناشر) ج. محمد علام خضر (مترجم)

رقم الإيداع: 2011/635

ردمك: 978-99966-33-10-2

ترجمة: محمد علام خضر مراجعة علمية: عبدالرؤوف قبلاوي

مراجعة لغوية : عبدالغفار ابراهيم



# 1 الحالات الثلاث للمادة

**تتكوّن كل الأشياء التي نراها حولنا من المادة. و توجد هذه المادة إما بشكل سائل أو صلب أو غازي، و يمكن أن تتبدل المادة من شكلٍ إلى آخر، كما يحدث عندما ينصهر الآيس كريم الجامد فيصبح سائلاً.**

تتكوّن كل أشكال المادة من جسيمات دقيقة تسمى الذرّات، و عندما تتحد ذرّتان أو أكثر، فإنها تكوّن الجزيئات (انظر المجلد الأول: الصفحات7-5). تترابط الذرّات و الجزيئات بطرق مختلفة لتكوّن ثلاثة أنواع من المادة: الأجسام الصلبة، و السوائل، و الغازات. و يُطلق على هذه الأنواع الثلاثة للمادة اسم «حالات المادة»، بينما تسمى هذه الحالات التي يمكن لجسم معين أن يوجد فيها بـ «الأطوار». فالماء هو شكل من أشكال المادة التي نعرفها جميعاً. و يوجد الماء بصورة عامة إما في طوره الصلب (الجليد) أو السائل (الماء) أو الغازي (البخار).

صورة لما يُعرف بـ «سديم النسر» التقطها تلسكوب هابل الفضائي. تتكوّن هذه الأعمدة البنية من غازات و غبار، و التي تتكوّن بدورها من ذرّات دقيقة. فالمادة هي أي شيء يشغل فراغاً.




## الأجسام الصلبة

للجسم الصلب شكلٌ وحجم محددان (الفراغ الذي يشغله الجسم الصلب أو السائل أو الغازي). و هناك طريقتان رئيستان يمكن أن تنتظم من خلالهما جسيمات المواد الصلبة: إما على هيئة صفوف منتظمة و مرتبة، أو من دون أي ترتيب محدد، و تُوصف الأجسام الصلبة التي تكون جسيماتها منتظمة و مرتبة بأنها بلورية. و من الأمثلة الشائعة على الأجسام البلورية الصلبة معظم الفلزات و الماس و الجليد و بلورات الأملاح.



أما الأجسام الصلبة التي ليس لها ترتيب محدد، فتُوصف بأنها لابلورية أو غير متبلورة (لا شكل لها).

و تتصف بنية هذا النوع من الأجسام الصلبة عادة بأنها زجاجية أو مطاطية. و من الأمثلة المعروفة على الأجسام الصلبة اللابلورية الشمع و الزجاج و المطاط و البلاستيك، و تكون الجسيمات في جميع الأجسام الصلبة متراصة مع بعضها بشدة، مما يجعل انضغاطها صعباً، و المقصود بذلك لا يمكن ضغطها كي تصبح أصغر حجماً.





## السوائل

إن للسوائل حجماً محدداً، كما هو الحال في الأجسام الصلبة. غير أن السائل، على عكس الجسم الصلب، يأخذ شكل الوعاء الذي يُصب فيه. و توصف السوائل أيضاً بالموائع. و الجسم المائع هو عبارة عن مادة تتحرك فيه الجزيئات فيما بينها .

### مصطلحات أساسية

- **الطاقة الحركية:** طاقة الجسيم المتحرك.
- **النظرية الحركية:** النظرية التي تصف خواص المادة من حيث حركة جسيماتها.

## النظرية الحركية

تقوم النظرية الحركية بوصف خواص المادة من حيث حركة الجسيمات.

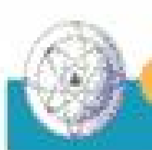
إن جسيمات جميع المواد تكون في حركة مستمرة، و يُطلق على الطاقة المرتبطة بهذه الحركة اسم «الطاقة الحركية». تتميز الجسيمات بحرية، مما يجعل السائل يأخذ شكل الوعاء الموجود بداخله، ومثل الأجسام الصلبة أيضاً، فإن جسيمات السوائل تكون متراصة مع بعضها، بالإضافة إلى صعوبة انضغاطها.

### نظرة فاحصة

#### الأجسام الصلبة

لا تتحرك الجسيمات في المواد الصلبة بسرعة تكفي للتغلب على قوى الجذب بين .

إقرأ المزيد

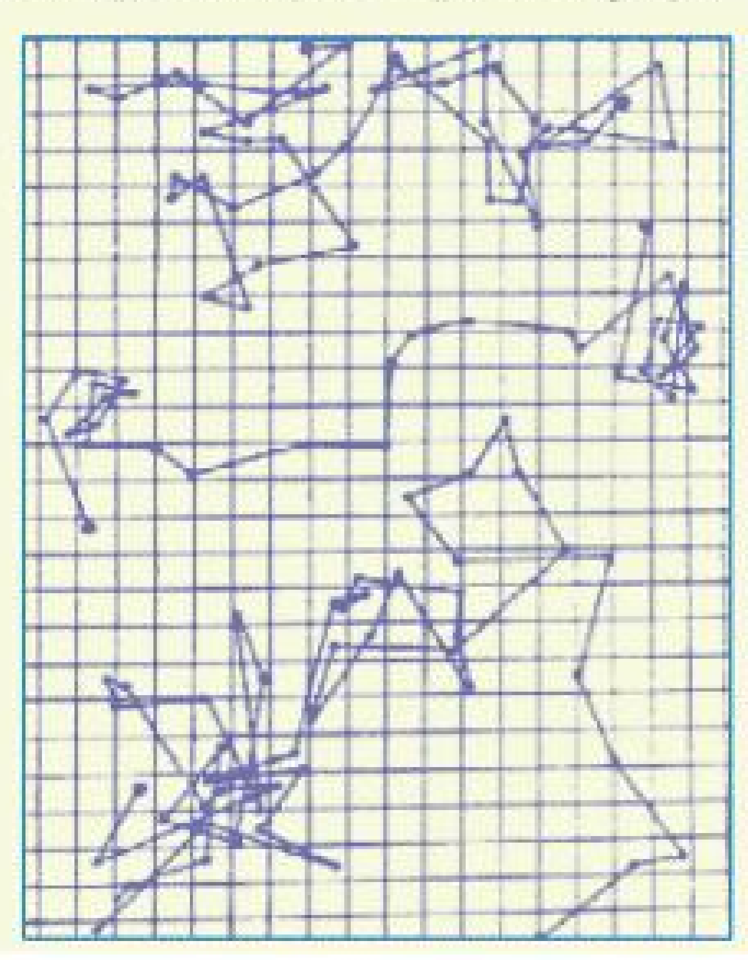




## الغازات

الغاز هو حالة من حالات المادة التي تغيّر شكلها و حجمها بسهولة، و الغاز كالمواد السائلة يُوصف بأنه مادة مائعة، إذ تنتشر جسيمات الغاز بسرعة لتملأ كامل الفراغ المتوافر. و بما أن جسيمات الغاز تفصل بينها مسافات كبيرة، يمكن ضغط الغازات بسهولة لتصغير حجمها.

في الأجسام الصلبة بأنها متراصة مع بعضها بشدة، و بالتالي فإن حركتها محدودة بالاهتزازات. أما في السوائل، فإن الجسيمات تكون عادة متباعدة و يمكنها الاهتزاز و الحركة بحرية عبر السائل. و في الغازات تكون الجسيمات أكثر تباعداً و تتحرك بشكل عشوائي و بسرعات عالية. و طبقاً للنظرية الحركية، كلما تحرك الجسيم بسرعة أكبر، زادت طاقته. و نشعر بهذه الطاقة كحرارة؛ لأن الأشياء التي تحوي جسيمات سريعة الحركة، تختزن كمية كبيرة من الطاقة، مما يجعلها ساخنة. كما تفسّر هذه النظرية أيضاً سبب ارتفاع حرارة الكوب عندما نصب فيه سائلاً ساخناً، إذ تتحرك جسيمات السائل الحار







بصورة سريعة، و عندما تصطدم هذه الجسيمات بسطح الكوب، تنتقل الطاقة من السائل إلى الكوب و تبدأ جسيمات الكوب بالاهتزاز، و عندما نمسك الكوب، تنتقل الحرارة من جسيمات الكوب إلى يدنا، فنشعر بهذه الطاقة كحرارة.

## الحركة البراونية

اكتشف عالم النبات الأسكتلندي (روبرت براون) في عام (1827) حركة الجزيئات في السوائل، و ذلك عندما بدأ هذا العالم بدراسة حركة حُبيبات الطلع في الماء. لاحظ (براون) ) الحركة العشوائية لحبيبات الطلع في السائل، ثم استعمل حبيبات طلع مأخوذة من نباتات ميتة منذ أكثر من مئة عام، فلاحظ الحركة العشوائية نفسها مع هذه الحبيبات. و تبيّن له أن الحركة لم تصدر عن الحُبيبات نفسها. و يُدرك العلماء الآن أن سبب هذه الحركة العشوائية ناجم عن الحركة السريعة لجزيئات الماء التي تصطدم بحبيبات الطلع. تُعرف هذه الحركة «بالحركة البراونية». و وفقاً لهذه الحركة، تميل الجسيمات الدقيقة المُعلقة في السوائل للانتشار بصورة متساوية في أنحاء السائل. كما يحدث الشيء ذاته في الغازات أيضاً. و مثال ذلك انتشار رائحة العطر في أنحاء الغرفة، حيث تصطدم جزيئات الغاز في الهواء بجزيئات العطر، مما يجعل جزيئات العطر تتحرك بشكلٍ عشوائي في كافة الاتجاهات. و في النهاية تنتقل بعض تلك الجزيئات في أنحاء الغرفة و منها إلى حاسة الشم في أنوفنا.





## القوى داخل الجزيئات

إن الذرّات ليست أصغر أجزاء المادة، فهي تتكوّن من جسيمات أصغر حجماً تدعى البروتونات و النيترونات و الإلكترونات (انظر المجلد الأول: الصفحات 31 - 45). ويُطلق على مركز الذرّة اسم «النواة»، التي تتكوّن منبروتونات و نيوترونات.

أما الإلكترونات معاً في فتنتظم في مدارات حول النواة ولها شحنة كهربائية، حيث تملك الإلكترونات شحنة سالبة، بينما تملك البروتونات شحنة موجبة. ولأن شحنتيهما متعاكستان فإنهما تنجذبان نحو بعضهما، و تساعد قوى الجذب على إبقاء الإلكترونات في مكانها حول النواة. كما تساعد هذه القوى على تماسك الذرّات مع بعضها داخل الجزيئات. يُطلق على القوى التي تساعد على إبقاء الذرّات الجزيئات اسم «قوى داخل الجزيئات» (intramolecularforces)، حيث تعني البادئة (intra) «داخل». هناك ثلاثة أنواع من قوى الربط داخل الجزيئات، و هي الروابط الأيونية و الروابط و الروابط التساهمية و الروابط الفلزية (انظر ا لمجلد





**جرّب بنفسك**

### الحركة البراونية

المواد المطلوبة: كأس زجاجي - ماء - ملونات طعام.

1. املأ كأساً زجاجياً طويلاً بالماء و اركنه لعدة ساعات.

إقرأ المزيد

الأول: الصفحات 55-71). ففي الروابط الأيونية، تمنح إحدى الذرّات إلكتروناتها لذرّة أخرى، و في الروابط التساهمية، تتشارك الذرّات بالإلكترونات، أما في الروابط الفلزية، تتحرك الإلكترونات بحرية بين الذرّات. و يُطلق على القوى التي تعمل بين الجزيئات اسم «قوى بين الجزيئات»، و هي القوى التي تحدد فيما لو أن الجسم صلب أو سائل أو غازي.

## القوى بين الجزيئات

تعمل قوى التجاذب بين الجزيئات على إبقاء الجزيئات معاً. و تعني البادئة (inter) في مقدمة كلمة (intermolecular) «بين» جزيئين أو أكثر. و بالمقارنة مع القوى داخل الجزيئات، تُعدّ هذه القوى ضعيفة نسبياً.و الحقيقة هي أن القوى بين الجزيئات لا تُشكل سوى (15 بالمئة) من القوى داخل الجزيئات. هناك ثلاثة أنواع من القوى بين الجزيئات، و هي القوى ثنائية القطب و قوى لندن التشتتية و قوى الروابط الهيدروجينية. و تشتمل جميع هذه الأشكال من قوى التجاذب على شحنات كهربائية جزئية تنتج عن ترتيب الإلكترونات و النُوى داخل الجزيء.





و يترك ترتيب الإلكترونات أحياناً النواة مكشوفة جزئياً، مما يؤدي إلى حصولها على شحنة موجبة صغيرة. و في الوقت نفسه، تكون الإلكترونات مترابطة مع بعضها، منتجة بذلك شحنة سالبة صغيرة. إن التجاذب بين هذه الشحنات هو الذي يؤدي إلى تماسك الجزيئات مع بعضها البعض. و عند غليان المادة، يكون لجزيئات تلك المادة طاقة حركية كافية للتغلب على قوى التجاذب بين الجزيئات، فالغليان عبارة عن عملية تكتسب خلالها الجسيمات كمية كافية من الطاقة لتنطلق من السائل و تتحول إلى غاز، و تتحقق الطاقة الحركية اللازمة لاستكمال هذه العملية من خلال الحرارة المُطبقة على السائل. و بالتالي فإن الأجسام التي لها درجات غليان أعلى تملك قوى تجاذب بين الجزيئات أشد من الأجسام التي تتميز بدرجات غليان أقل.

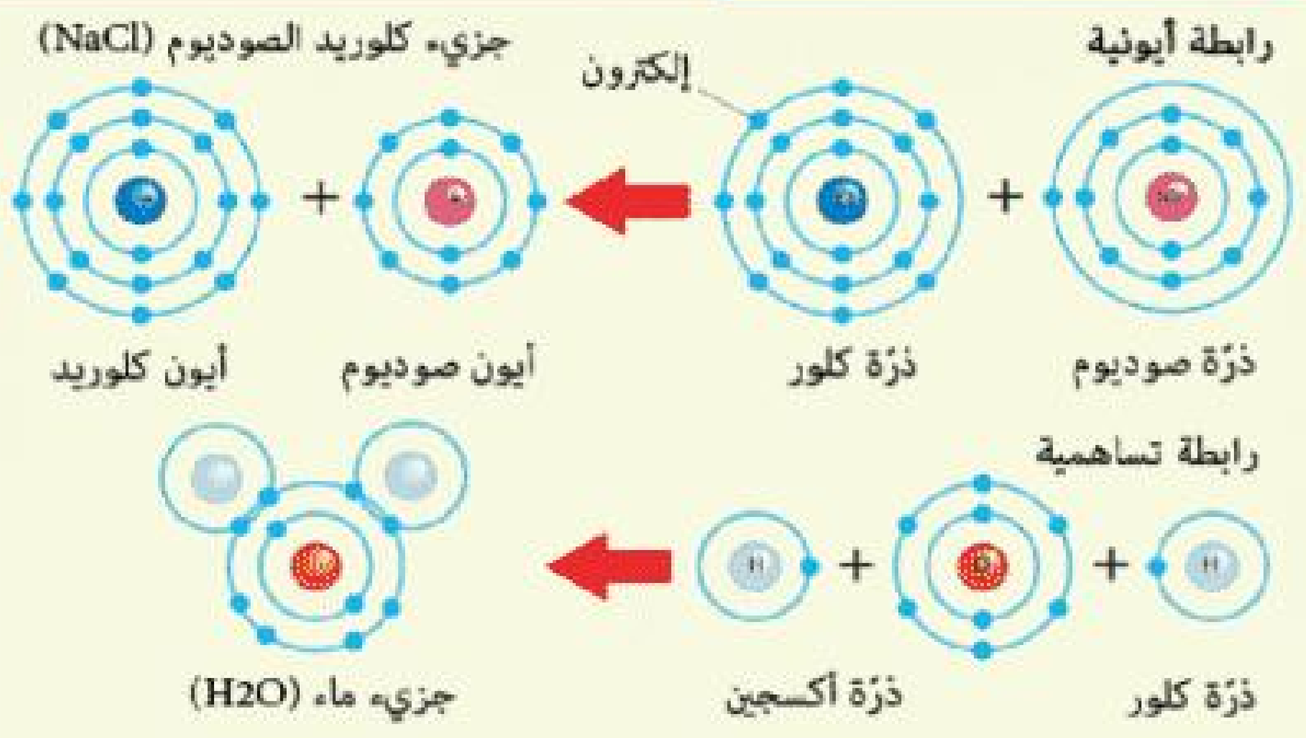
## الروابط الهيدروجينية

تُعدّ الروابط الهيدروجينية من أقوى أشكال الروابط بين الجزيئات. و تتماسك جزيئات الماء مع بعضها البعض بفضل هذا الشكل من الروابط. و جزيئات الماء لها شحنة محايدة، حيث يتعادل فيها عدد الإلكترونات مع عدد البروتونات، غير أن جزيئات الماء لها شحنات جزئية في مواضع محددة من

### مصطلحات أساسية

- **رابطة بين الجزيئات:** رابطة ضعيفة بين جزيء و آخر.
- **رابطة داخل الجزيئات:** رابطة قوية بين ذرّات الجزيء.



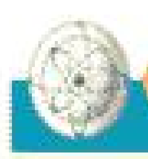

الجزيء و التي تنجذب بقوة نحو الشحنة المعاكسة في جزيء آخر من الماء. و نتيجة ذلك، تحتاج جزيئات الماء إلى كمية أكبر من الطاقة كي توفر لها ما يكفي من الطاقة الحركية لتتغلب على قوة الروابط الهيدروجينية؛ لذلك فإن درجة غليان الماء تكون مرتفعة على نحوٍ غير عادي. إن درجة غليان الماء المرتفعة ليست الخاصية الوحيدة الغريبة للماء، إذ يُشكل الجليد (الماء الجامد أو الصلب) واحداً من الأطوار الصلبة القليلة التي تطفو في حالتها السائلة. فالجليد يطفو على الماء؛ لأن الماء عندما يصبح صلباً تباعد

**جرّب بنفسك**

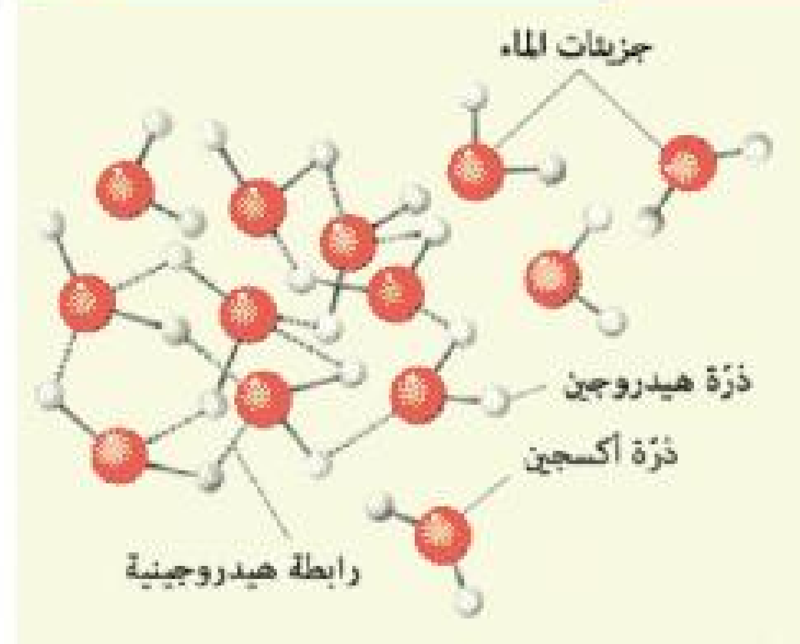
## الجليد العائم

المواد المطلوبة: كأس زجاجي - ماء - جليد «ثلج».عندما نضيف الجليد إلى كأس من الماء، يرفع الجليد مستوى الماء داخل الكأس.

**إقرأ المزيد**








الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء بدلاً من أن تجعلها تتماسك مع بعضها البعض، كما هو الحال في الأجسام الصلبة الأخرى، و هذا ما يجعل كثافة الجليد أقل من كثافة الماء، و بالتالي يطفو الجليد على السطح، و لأن كثافة الجليد لا تقل كثيراً عن كثافة الماء نجد أن قسماً صغيراً فقط من الجليد يبرز من الماء، كما نشاهد ذلك في الجبال الجليدية العائمة.

## الحالات المتغيّرة

عند إضافة الحرارة إلى الجسم الصلب تبدأ ذرّاته بالاهتزاز بصورة أسرع و ترتفع درجة حرارته. ثم يبدأ الجسم الصلب بالانصهار عند درجة حرارة محددة. و عندما نضيف مزيداً من الطاقة إلى الجسم الصلب، لا تزيد درجة حرارته ارتفاعاً، و إنما يستمر في الانصهار حتى ينصهر كامل الجسم الصلب و يتحول إلى سائل، و بذلك تكون حالة الجسم قد تغيرت من الصلابة إلى السيولة.
و إذا أضفنا المزيد من الطاقة إلى السائل، سنلاحظ ارتفاع درجة حرارته إلى أن يصل إلى درجة حرارة محددة و يتحول عندها إلى غاز. و مع إضافة المزيد من الطاقة لهذا السائل، سنرى أن حرارته





تظل دون تغيير ، لكن مزيداً من السائل سوف يتحول إلى غاز حتى يصبح السائل كله غازاً. و إذا أضفنا مزيداً من الطاقة، ستزداد درجة حرارة الغاز.

## نظرة فاحصة

### الحالة الرابعة للمادة

تُعد البلازما عادة الحالة الرابعة من حالات المادة، و تتألف البلازما من جسيمات مشحونة تتحرك بحرية، مثل الإلكترونات، و جسيمات أخرى تسمى الأيونات.

إقرأ المزيد

## انظر أيضاً...

ما المادة؟ المجلد الأول: الصفحات (6 -19).

# 2 الغازات و خواصها

**الغازات عبارة عن مواد دائمة الحركة و لها خواص تتـأثر بـالحرارة و الضـغط و تجعلهـا عظيمـة الفائـدة في تطبيقـات مختلفـة، كالمناطيد و الغوص و محركات السيارات.**

إننا محاطون بالغـازات مـن كـل جانـب . و بيـنما نسـتطيع رؤيـة الأجسام الصلبة و السائلة بسهولة، تظل الغازات عادة غير مرئيـة. بدأت دراسة الغازات قبل (300 سنة)، و كان الهواء أول الغـازات التي قام العلماء بدراستها. فالهواء يحيط بنا من كافة الجوانب، و عندما بدأ العلماء بدراسة الهواء، لم يدركوا أنه مُكوّن مـن العديـد من الغازات المختلفة.



تحيط بالأرض طبقة تضم مزيجاً مـن الغـازات نطلـق عليهـا اسـم الغـلاف الجـوي، و الـذي يظهـر في هـذه الصورة على شكل حلقة زرقاء ضبابية تحـيط بـأطراف كوكب الأرض. و تبقى هـذه الغـازات محتجـزة حـول الأرض بفعل الجاذبية، كما تتمدد أو تتقلص من خلال تفاعلها مع حرارة الشمس أثناء مرورها فوق اليابسـة أو البحر، و تحدد تغيرات الضغط الناجمـة عـن ذلـك أحوال الطقس و أشكاله المختلفة.





و من أكثر الاكتشافات إثارة للدهشة هو أنه على الرغم من أن الهواء مزيج من الغازات، إلا أنه يسلك الطريقة نفسها التي تسلكها جميع الغازات النقية. و الحقيقة هي أن جميع الغازات تسلك سلوكاً مماثلاً، سواء أكانت مكوّنة من ذرّات أحادية أم زوجية أم جزيئات تضم العديد من أصناف الذرّات المختلفة. و بسبب هذا السلوك المشترك، فإن القواعد التي تنطبق على أيٍ من هذه الغازات، تنطبق على بقية الغازات الأخرى.عندما نقارن بين الغازات، فإن المقارنة فيما بينها تتم تحت نفس درجة الحرارة و الضغط. و يُطلق على القياس المستخدم في مقارنة الغازات اسم «درجة الحرارة و الضغط القياسيين»، أو ما اصطلح عليه اختصاراً بالإنجليزية (STP)، و عند تطبيق هذا القياس المعياري، تُقاس درجة الحرارة باستخدام ميزان الحرارة المئوي أو مقياس «كلفن». كما يُقاس الضغط من خلال وحدات قياس معيارية تسمى وحدة




الضغط الجوي. و تُعرّف درجة الحرارة والضغط القياسيين (STP) بـ (°C0) أو (K, -32°F273) و (1) وحدة ضغط جوي. و عند إجراء الحسابات الخاصة بالغازات و درجات الحرارة، يستخدم العلماء مقياس «كلفن»، حيث تمثل درجة الصفر على مقياس «كلفن» أكثر درجات الحرارة برودة في الكون من الناحية النظرية (-°C; -459°F273-)؛ لذلك فإن درجات الحرارة حسب مقياس «كلفن» تُعتبر دائماً موجبة. كما أن استخدام مقياس «كلفن» يُبسّط أية حسابات في هذا المجال. يقارن الكيميائيون الغازات عادة عن طريق استخدام وحدة تسمى المول (الجزيء الجرامي). و يحتوي مول أي مادة على (602,213,670,000,000,000,000,000) أي: (x 1023 6.022) ذرّة أو جزيئاً. و عند درجة الحرارة و الضغط القياسيين، يحوي كل مول واحد حجماً مؤلفاً من ثلاثة أقدام مكعبة (22.4 لتراً).

## الخواص الفيزيائية للغازات

تشترك جميع الغازات بمجموعة من الخواص الفيزيائية. و تنطبق الخواص الست التالية على جميع أنواع الغازات:

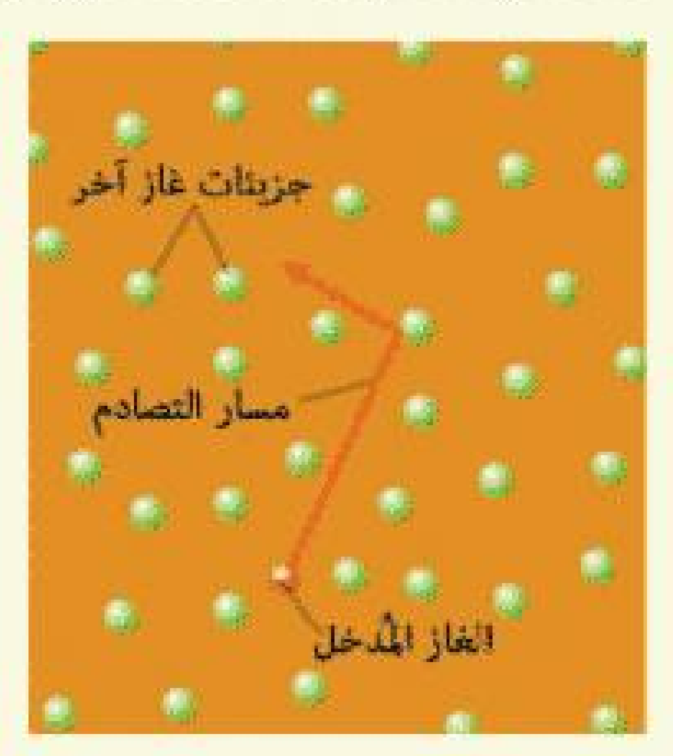
1. كل الغازات لها كتلة، و الكتلة هي عبارة عن قياس لكمية المادة التي يحويها جسم من الأجسام. فالبالون المملوء بغاز الهليوم له كتلة، لكنه يسبح في الهواء لأن كتلته أقل من كتلة الغازات في الهواء المحيط به.

2. يمكن ضغط الغازات بسهولة لتصبح أصغر حجماً: فخزانات

التنفس تحت الماء و عجلات العربات تملأ بالهواء المضغوط. أما الأجسام الصلبة و السائلة فليس من السهل ضغطها.

3. تنتشر الغازات في كامل الفراغ الذي يحويها عندما يوضع الغاز داخل وعاء، و ينتشر هذا الغاز بصورة متساوية ليشغل كافة فراغات الوعاء. و عندما ننفخ بالوناً، يتوزع الهواء داخله بشكل كامل من دون أن يتركز في جزء محدد من هذا البالون.

4. تتحرك الغازات المختلفة فيما بينها بسهولة: تسمى عملية اختلاط غاز بآخر الانتشار. و يحدث الانتشار بسبب الحركة العشوائية لجسيمات الغاز و تصادمها ببعضها البعض، ثم تنتهي العملية بالانتشار المتساوي لكافة جسيمات الغاز. و تفسر هذه العملية سبب احتواء الهواء على مخلوط من الغازات المختلفة.







5. تبذل الغازات ضغطاً على ما يحيط بها: يخضع الهواء داخل إطارات السيارة للضغط. و لابد أنك شعرت بتغير الضغط أثناء حركة السيارة أو الطائرة أو المصعد، فعندما تنطلق هذه الوسائط بسرعة نشعر بفرقعة في آذاننا. أما سبب ذلك فهو أن آذاننا تحتاج إلى المحافظة على مستوى محدد من الضغط لحماية طبلة الأذن.

6. يعتمد ضغط الغاز على درجة حرارته: عندما تكون درجة الحرارة الخارجية مرتفعة، يزداد ضغط الغازات، و على عكس ذلك عندما تنخفض درجة الحرارة، ينقص الضغط. و ينطبق ذلك، على سبيل المثال، على عجلات السيارات. ففي أشهر الصيف الحارة، يُمكن أن يزداد ضغط الهواء داخل العجلات على نحوٍ خطر.

و يحدث عكس ذلك خلال أيام الشتاء الباردة، حيث يُمكن أن ينقص ضغط الهواء داخل العجلات، فتصبح طرية بما يؤثر على سلامتها. وتوضح نظرية الحركة الجزيئية للغازات الخواص الست التي تحدثنا عنها. فمن خلال هذه النظرية يستطيع العلماء بناء نموذج يوضح السلوك الذي يسلكه أي غاز من الغازات.

## جرِّب بنفسك

### فقاعات تعلو و تطوف، أم تهبط فتسقط؟

المواد المطلوبة: سائل جلي - ماء - خل - بيكربونات الصودا (صودا الخَبْز) - قضيب فقاعات - وعاء صغير مقعَّر

إقرأ المزيد




## نظرية الحركة الجزيئية للغازات

تشرح النظرية الحركية (انظر المجلد الرابع: الصفحات 8 - 22) كافة جوانب الخواص الست التي تتصف بها جميع الغازات. و لقد ذكرنا من قبل أن جسيمات الغاز لها طاقة حركية تفوق حركة جسيمات المواد الصلبة أو السائلة؛ لأن جسيمات الغاز تتصادم مع بعضها بصورة مستمرة.

و لتبسيط ذلك، تستطيع أن تتخيل وعاء زجاجياً كبيراً مملوءاً بكرات مطاطية صغيرة. عندما تهز الوعاء، تقفز الكرات المطاطية و تصطدم مع بعضها البعض و مع جدار الوعاء الزجاجي. لكن الفارق الوحيد بالنسبة لجسيمات الغاز هو أن هذه الجسيمات لها طاقتها الحركية الخاصة بها و ليست بحاجة إلى من يقوم بهزها.

تُوصف عملية تصادم الجسيمات الغازية بالتصادم المرن، و المقصود بالتصادم المرن عدم ضياع أي مقدار من الطاقة أثناء عملية التصادم. أما الكرات المطاطية فلا تملك هذه الميّزة.

فعندما ترمي كرة مطاطية ستلاحظ أنها ترتد، غير أن كل ارتداد يُصبح أقل من السابق؛ لأن قسماً من الطاقة الحركية قد انتقل إلى السطح الذي ارتدت إليه في كل مرة.

و لو كانت الكرة المطاطية تملك خاصية التصادم المرن، لاستمر ارتدادها إلى الارتفاع نفسه تماماًو نظراً إلى أن جسيمات الغاز لها طاقة حركية، فإنها تصطدم بجدار الوعاء، مما يؤدي إلى توليد ضغط داخل الوعاء.

## نظرة فاحصة

### الانتشار و الانبجاس

تكون جسيمات الغاز في بعض الأحيان صغيرة جداً لدرجة أنها تعبر الفراغ بين الجزيئات، بحيث يعبره كل

إقرأ المزيد

فمن خواص الغازات أنها عند ارتفاع درجة الحرارة، يزداد الضغط. و عند درجات الحرارة العالية، تصبح حركة جسيمات الغاز أكثر سرعة و يزيد تصادمها بجدران الوعاء الذي يحويها. يُمكن تلخيص نظرية الحركة الجزيئية للغازات بأربع حقائق:

1. يتكوّن الغاز من جزيئات ذات حركة عشوائية مستمرة.
2. تؤثر جزيئات الغاز على بعضها البعض من خلال التصادم فقط، و لا تبذل أي قوى أخرى على بعضها.
3. تتصف كافة عمليات التصادم بين جزيئات الغاز بالمرونة التامة، و لا تفقد هذه الجزيئات شيئاً من طاقتها الحركية و يبقى المقدار الكلي للطاقة الحركية على حاله.
4. تشغل جزيئات الغاز حجماً صغيراً جداً، و معظم حجم الغاز هو عبارة عن فراغ تتحرك فيه جزيئات الغاز.

## قياس الغازات

تُستخدم أربع قيم لوصف الغازات المختلفة، و يُستعان بهذه القيم أيضاً للتنبؤ بكيفية سلوك الغاز عندما تتغير الظروف. أما هذه القيم فهي الحجم، و درجة الحرارة، والضغط، و عدد جزيئات



الغاز. إن كمية الغاز التي يُرمز لها بالحرف (n) تُمثّل كمية الغاز التي يُعبّر عنها بالمول (راجع الصفحة 18). و نستطيع تحديد كمية الغاز في العينة التي نريد قياسها من خلال تقسيم كتلة الغاز (بالجرام) على كتلة مول واحد من الغاز (على أساس عدد الجرامات لكل مول). أما حجم (v) الغاز فيمثل حجم الوعاءالذي يحوي الغاز. و يقاس حجم الغازات عادة باللتر (l). و تقاس درجة الحرارة (T) عادة بواسطة ميزان الحرارة، حيث يستخدم العلماء موازين الحرارة التي تقيس درجة الحرارة المئوية (°C). أما العمليات الحسابية التي تخص الغازات فتستخدم ميزان «كلفن» (K) لقياس درجة

### مصطلحات أساسية

- **ضغط:** يقلل الحجم أو القياس عن طريق الكبس أو بذل الضغط.
- **الغاز:** مادة، مثل الهواء، تنتشر و تملأ الفراغ المتوافر لها.
- **المول:** كمية أي مادة تحتوي على العدد نفسه من الذرّات أو الجزيئات المساوية لـ (12 جراماً) كربون.

### الكيمياء وتطبيقاتها

## الضغط و الغوص

رغم عدم إحساسنا بالغلاف الجوي، إلا أنه يبذل الضغط على أجسامنا. كما يبذل الماء الضغط على أجسامنا أيضاً. و كلما زاد عمق غوصنا في الماء، زاد الضغط. و يُحدّد

إقرأ المزيد





حرارة الغاز. (راجع الصفحة 13). و بإضافة العدد (273) لدرجة الحرارة المئوية نحصل على درجة الحرارة حسب مقياس «كلفن». و يُمثل الضغط (P) عدد مرات تصادم الجسيمات بجدار الوعاء. و بما أن الجسيمات تصطدم بكافة سطوح الوعاء، فإن الضغط هو القوة الخارجية للجسيمات التي تدفع السطح الداخلي للوعاء.

## قوانين الغازات

عندما بدأ العلماء دراسة الغازات في القرنين السابع و الثامن عشر، اكتشفوا أن جميع الغازات تتبع سلوكاً مماثلاً عند تغير ظروف معينة، و قد أدت هذه الملاحظات ويُطلق على هذا القوانين العلمية اسم

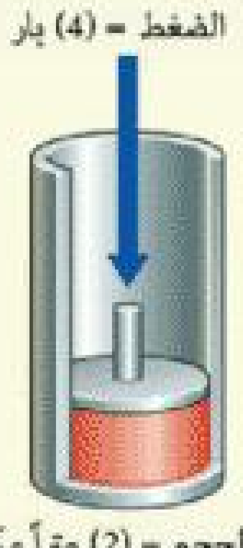
### جرب بنفسك

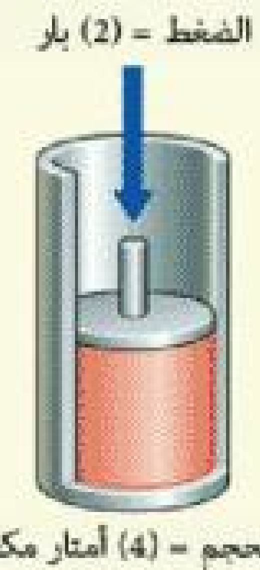
### البالون المنكمش

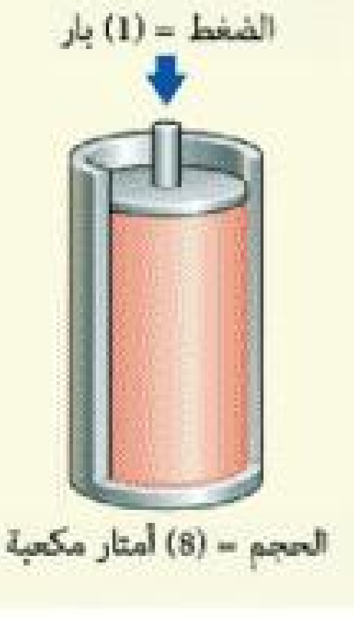
المواد المطلوبة: بالون- مجمّدة «ثلاجة»

1. انفخ بالوناً.
2. ضع البالون داخل المجمّدة «الثلاجة» حوالي 30 دقيقة.

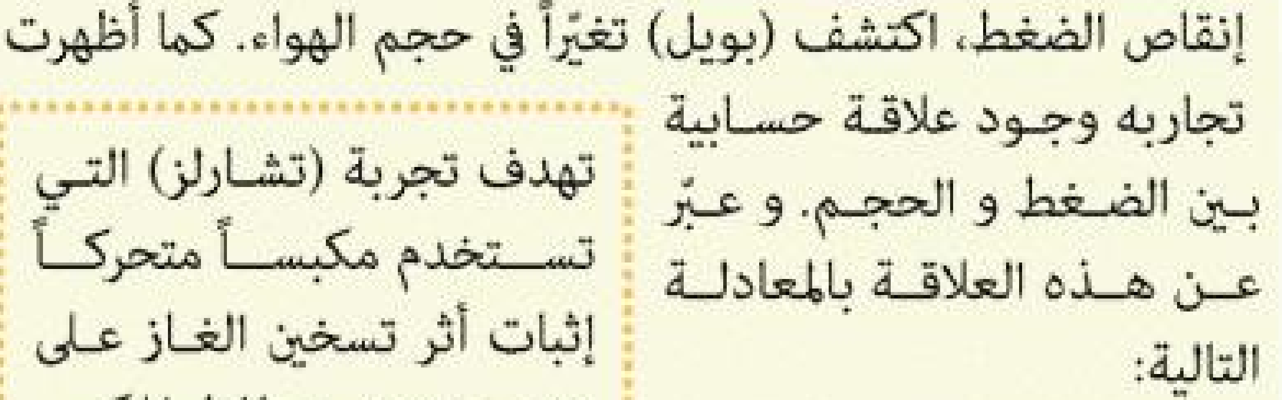
إقرأ المزيد



«قوانين الغازات». و يمكن التعبير عن هذه القوانين حسابياً بالاستعانة بقيم ترتبط بكمية الغاز و حجمه و درجة حرارته و ضغطه.



## قانون بويل

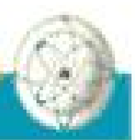
لاحظ الكيميائي و الفيزيائي الإنجليزي (روبرت بويل) (1627 - 1691) في القرن السابع عشر ـ إمكانية ضغط الهواء. و أجرى سلسلة من التجارب على هواء محتجز داخل أنبوب مُحكم الإغلاق. و من خلال زيادة أو إنقاص الضغط، اكتشف (بويل) تغيّراً في حجم الهواء. كما أظهرت تجاربه وجود علاقة حسابية بين الضغط و الحجم. و عبّر عن هذه العلاقة بالمعادلة التالية:

$$P1V1 = P2V2$$

تبين لنا هذه المعادلة بأن الضغط الابتدائي للغاز (P1) مضروباً بحجمه الابتدائي(V1)، يساوي الضغط

تهدف تجربة (تشارلز) التي تستخدم مكبساً متحركاً إثبات أثر تسخين الغاز على تغيير حجمه. يحافظ المكبس على المستوى نفسه عند درجة حرارة الغرفة. عند تطبيق الحرارة على الوعاء،

إقرأ المزيد




النهائي للغاز (P2) مضروباً بحجمه النهائي (V2). و طبقاً لهذه المعادلة، إذا زاد الضغط، نقص الحجم. و بالمقابل، إذا نقص الضغط، زاد الحجم. و بالنظر إلى تغير القيم في الاتجاهات المعاكسة، فإن هذه العلاقة تسمى «العلاقة العكسية».

## قانون تشارلز

كان الكيميائي و الفيزيائي و الملاح الجوي الفرنسي (جاك تشارلز 1746 - 1823) مهتماً أيضاً بدراسة الغازات، و قد تركزت جهوده حول العلاقة بين درجة حرارة و حجم الغاز. صمم (تشارلز) جهازاً مخبرياً يحتجز الغاز بواسطة مكبس متحرك. و استطاع أن يُسخن أو يُبرّد الوعاء ثم يقيس مدى تحرك المكبس عند تغير درجة حرارة الغاز. استطاع تشارلز من خلال تحديد حركة المكبس حساب التغيير الذي يطرأ على حجم الغاز عند درجات حرارة مختلفة. و قد عبر عن هذه العلاقة بالمعادلة التالية:

و نستدل من هذه المعادلة أن الحجم الابتدائي (V1)






مقسوماً على درجة الحرارة الابتدائية (T1)، يزيد الحجم طبقاً لهذه المعادلة مع زيادة درجة الحرارة، و على عكس ذلك، ينقص الحجم مع انخفاض درجة الحرارة.
و بما أن القيم تتغير في الاتجاه نفسه، تسمى هذه العلاقة بالعلاقة المباشرة. لقد تجلّت هذه العلاقة بوضوح في تجربة انكماش البالون، و مقارنة البالون قبل و بعد وضعه داخل المجمِّدة «الثلاجة».

## قانون أفوجادرو:

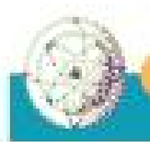
في مطلع القرن التاسع عشر، طرح الكيميائي الإيطالي (أميديو أفوجادرو) (1776 - 1856) فرضية بسيطة لكنها هامة جداً حول العلاقة بين عدد جسيمات الغاز و حجمه، و توضح هذه العلاقة بأن الأحجام المتساوية للغازات عند درجة الحرارة و الضغط نفسها تضم عدداً مماثلاً من الجسيمات.
و قد أثبت العلماء في وقت لاحق صحة فرضية أفوجادرو، حيث أظهرت التجارب بأن مولاً واحداً من أي غاز عند درجة الحرارة و الضغط القياسيين (STP) يشغل (22.4 لتراً)، و يمكن التعبير عن قانون أفوجادرو بالمعادلة التالية:

$$V1/n1 = V2/n2$$

و تبيّن هذه المعادلة بأن الحجم الابتدائي للغاز (V1) مقسوماً على العدد الابتدائي للمولات (n1) يساوي الحجم النهائي للغاز (V2)

مقسوماً على العدد النهائي للمولات (n2). و للتعبير عن هذا الأمر بشكل أبسط نقول إذا زاد حجم الغاز، فإن عدد المولات سيزداد طرداً، و هذا صحيح فقط إذا بقيت درجة حرارة و ضغط الغاز من دون تغيير خلال التجربة. كما تُظهر المعادلة أيضاً وجود علاقة مباشرة تتمثل في أن زيادة الحجم تؤدي إلى زيادة عدد مولات الغاز.





الكيمياء وتطبيقاتها

## ملخص قوانين الغاز

| القانون | البيان |
|---|---|
| قانون بويل | يتعاكس P نسبياً مع V |
| قانون تشارلز | يتناسب V مباشرة مع T |
| قاون أفوجادرو | يتناسب V مباشرة مع n |

## قانون الغاز المثالي

ترتبط قوانين الغاز الثلاثة بقيم متغيرة تخص الغازات، و يمكن جمع هذه القوانين في معادلة واحدة تسمى «قانون الغاز المثالي» الذي يجمع بين قيم التناسب التي عبّرت عنها القوانين الثلاثة. و عندما نجمع بينها، يمكن التعبير عن قانون الغاز المثالي كالتالي:

$$PV = nRT$$

لقد قمنا لتونا بشرح تفصيلي لأربع من هذه الكميات المتغيرة، و الكمية الجديدة الوحيدة هنا هي الثابت (R) الذي يُطلق عليه اسم «ثابت الغاز». أما قيمته فهي (Jmol-1K-1 8.314).
و الوحدات في هذا الثابت هي الطاقة، ممثلة بالجول (J) (joule) لكل مول (mol-1) لكل درجة كلفن على مقياس كلفن (K-1).

انظر أيضا...

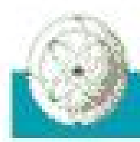
ما المادة؟ المجلد الأول: الصفحات (6 - 19).
اللافلزات، المجلد السابع: الصفحات (2 - 82).

و يمثل هذا الثابت ظروف الغاز عند درجة الحرارة والضغط القياسيين (STP). يُطلق الكيميائيون على هذا القانون اسم «قانون الغاز المثالي»؛ لأنه يبين السلوك الذي يسلكه الغاز المثالي من حيث الضغط و الحجم و درجة الحرارة و المول. و الغاز المثالي بالنسبة للكيميائيين هو الغاز الذي يتم وصفه على أساس النظرية الحركية، و على الرغم من عدم وجود غاز مثالي كهذا في الواقع، غير أن وصف ذلك الغاز يتناول سلوك الغازات الحقيقية تحت ظروف قريبة من درجة الحرارة و الضغط القياسيين (STP).

## الغلاف الجوي

يقاس الضغط الجوي بوحدة الضغط الجوي، و يستخدم البارومتر (مقياس الضغط الجوي) ) لقياس الضغط الجوي. أما سبب الضغط الجوي فهو قوة الشد التي تحدثها الجاذبية على الغازات في الغلاف الجوي.

و يتغير الضغط الجوي مع تقلبات الطقس. كما يتغير أيضاً حسب الارتفاعات، فكلما زاد الارتفاع، انخفض الضغط الجوي، و ينخفض الضغط الجوي حوالي بوصة زئبق واحدة لكل (1000 قدم) ارتفاعاً، أو (1 ميللي بار) لكل ثمانية أمتار ارتفاعاً. فعندما تحلق طائرات





الركاب النفاثة على ارتفاع (35,000 قدم) أي: (10,600 متر) يكون الضغط الجوي خارج الطائرة (20/1) من الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر.

# 3 السوائل

**تُعد السوائل إحدى حالات المادة المثيرة للاهتمام نظراً لما تنطوي عليه من خواص غير عادية؛ فليس لها شكل خاص بها، و لا يمكن ضغطها أو مدّها. كما يمكن للسوائل أن تكون كثيفة أو خفيفة، و ينفرد الماء بخصائص غريبة تميّزه عن بقية السوائل.**

تأخذ السوائل شكل أي وعاء يتم وضعها فيه. لكن حجم السائل لا يتغير بتغير حجم أو شكل الوعاء؛ لذلك، فإن للسوائل حجماً محدداً على عكس الغازات، غير أنها تستطيع تغيير أشكالها. ففي الغازات تكون الجسيمات متباعدة عن بعضها و لها ما يكفي من الطاقة الحركية اللازمة لتغيير حجمها، (انظر الصفحة21). أما الجسيمات في السوائل فهي متماسكة مع بعضها بقوة و لها قوى تجذب الجسيمات نحو بعضها. و رغم التماسك بين الجسيمات و انجذابها نحو بعضها البعض، إلا أنها تملك طاقة حركية تكفي لتنزلق فيما بينها. هذه القدرة الحركية تسمح للسائل أن يأخذ

تضم البحار أكبر نسبة من السوائل على سطح كوكب الأرض، و لا تملك البحار شكلاً محدداً يميزها، و إنما تكتسب أشكالها من تضاريس اليابسة التي تحتجزها ضمن حدودها.




شكل الوعاء الذي يوضع فيه. تتكوّن المواد السائلة من الجزيئات عند درجة حرارة الغرفة وعند درجة الضغط (1) درجة ضغط جوي. و تملك هذه الجزيئات قوى تجاذب بين جزيئاتها تحدد مدى تفاعل و تماسك الجزيئات مع بعضها كما تؤثر شدة القوى بين الجزيئات على بعض الخواص الفيزيائية للسائل.



## الخواص الفيزيائية

لابدّ و أنك لاحظت أثناء صب العسل بطء انسيابه مقارنة بتدفق الماء؛ لأن العسل سائل كثيف. و يستخدم مصطلح «اللزوجة» لوصف كيفية انصباب السائل، و تشير هذه الكلمة إلى مقاومة السائل للتدفق، فالعسل له نسبة لزوجة عالية، بينما تكون لزوجة الماء منخفضة. لذلك نلاحظ تدفق الماء بسهولة و انسياب، على عكس العسل. إن سبب لزوجة السائل يرجع إلى قوى التجاذب الموجودة بين جزيئاته. فإذا كانت هذه القوى شديدة، أصبح من الصعوبة بمكان على الجزيئات أن تتحرك نحو بعضها، و تصبح لزوجة السائل في مثل هذه الحالة عالية.كما تتأثر اللزوجة بدرجة الحرارة. فعند درجات الحرارة المرتفعة، تزيد طاقة الجزيئات و تصبح بفعل هذه الطاقة قادرة على التغلب على





بعض قوى التجاذب بين الجزيئات وتتحرك بسهولة أكبر، مما يقلل من لزوجة السائل. أما إذا كانت درجة الحرارة منخفضة، فإن لزوجة السائل سوف تزيد نظراً لتوافر كمية أقل من الطاقة بين جزيئاتها. يحتوي الماء على روابط هيدروجينية تعمل كقوى تجاذب شديدة بين جزيئات الماء. و على الرغم من سهولة تدفق الماء أكثر من العسل، إلا أنه يظل لزجاً نسبياً بسبب حجم جزيئاته مقارنة مع لزوجة كحول التعقيم، على سبيل المثال، التي تكون منخفضة جداً. فلو قمنا بصب كميتين متساويتين من الماء و كحول التعقيم على سطح ما، سنجد أن كحول التعقيم ينتشر بسرعة أكبر من سرعة انتشار الماء .



تطفو هذه البذور على سطح بركة ماء من دون أن تغرق، ويرجع ذلك إلى قوة توتر سطح ماء البركة، مما يجعله أشبه بطبقة رقيقة متماسكة تغطي سطح الماء، بالإضافة إلى أن البذور ليست ثقيلة بما يكفي لأن تتغلب على قوى التماسك الجزيئي في الطبقة السطحية للماء فتحول دون غرقها.

هناك خاصية أخرى تتميز بها السوائل تسمى «توتر السطح». لابد أنك رأيت حشرة تسمى متزلج البِرَك (أو عنكبوت الماء) و هو يسير على سطح الماء، حيث تساعد خاصية توتر السطح هذه الحشرة على البقاء على سطح الماء. أما سبب توتر السطح فهو القوى غير المتساوية التي تجعل سطح السائل يعمل كطبقة رقيقة متماسكة.

و للماء توتر سطح قوي نسبياو لكي نوضح هذا الأمر، بإمكانك إجراء التجربة في زاوية «جرّب بنفسك» على الصفحة (34) بجعل الإبرة تطفو بفعل توتر سطح الماء. و يبين توتر السطح سبب تشكل قطرات الماء على بعض السطوح، و إذا حدث أن رأيت قطرات المطر مبعثرة على نافذة الغرفة،لابد أنك لاحظت أن هذه القطرات تتخذ شكلاً كروياً. أما سبب ذلك فيرجع إلى توتر سطح الماء، حيث تتخذ قطرات الماء شكلاً شبه كروي لأن ذلك يقلل من مساحة سطحها. يرتبط توتر السطح بعامل اللزوجة. فالسوائل ذات اللزوجة العالية لها توتر سطحي قوي. و على سبيل المثال، تحافظ قطرة العسل الموجودة على طبق على تماسك شكلها الكروي.

الكيمياء وتطبيقاتها

## اللزوجة و زيوت المحركات

تتوافر زيوت المحركات بدرجات مختلفة من اللزوجة. و لابد أنك سمعت بزيت من هذا النوع بوزن (30) أو (40).

إقرأ المزيد





أما إذا وضعت قطرة كحول تعقيم على الطبق، فإنها ستنتشر على مساحة واسعة؛ لأن توتر سطح كحول التعقيم منخفض بسبب ضعف قوى الجذب بين جزيئاته. و مثل اللزوجة أيضاً، يتأثر توتر السطح أيضاً بدرجة الحرارة. فعند درجات الحرارة المنخفضة، يكون توتر السطح عالياً لأن جزيئات السائل ليس لها طاقة حركية كبيرة، وبالتالي لا تتمكن من التغلب على قوى التماسك بين جزيئات السائل. وعند درجات الحرارة العالية، تكتسب الجزيئات كمية كبيرة من الطاقة الحركية، مما يجعل قدرتها على تكوين توتر السطح ضعيفة.

سطح السائل
القوى بين الجزيئات
جزيء ماء

إن إضافة مادة أخرى إلى السائل قد تقلل أيضاً من توتر سطحه. فالصابون يستخدم للتقليل من توتر سطح الماء. وإذا كررت تجربة الإبرة العائمة، يُمكنك إضافة قطرة من سائل الجلي إلى وعاء الماء، و ستلاحظ أن الإبرة قد غطست على الفور، و من المفيد أحياناً تخفيض التوتر السطحي للسائل، و لابد أنك لاحظت تشكل «قطرات» الماء على السيارة عندما تكون مبللة. و يضيف عمال غسل السيارات المواد الكيميائية إلى ماء الشطف لتخفيض توتر

سطح الماء الذي يؤدي إلى انتشار قطرات الماء بدلاً من تجمعها، و بالتالي يستطيع الماء التخلص من صابون التنظيف بشكل أسرع.



## غرابة الماء

الماء هو أكثر السوائل شيوعاً على كوكب الأرض. فهو موجود في المحيطات و الغلاف الجوي والأنهار و البحيرات و الجبال الجليدية العائمة، و تحتاج كل الكائنات الحية للماء؛ لأنه يشكل جزءاً مهماً من أجسامها. و في الحقيقة يشكل الماء حوالي (60 بالمئة) من جسم الإنسان. و على الرغم من انتشاره الواسع على الأرض، فإن للماء خواصاً عديدة تتصف بالغرابة و السلوك غير العادي. لقد قرأت سابقاً أن الشكل الصلب للماء يطفو على الشكل السائل منه (انظر الصفحة 15). و لا يشترك مع الماء بهذه الصفة

### جرب بنفسك

#### الإبرة العائمة

المواد المطلوبة: إبرة خياطة - ماء - وعاء مقعر (قصعة) - مِلقط

1. املأ القصعة بالماء.
2. امسك الإبرة بالملقط بشكل أفقي.
3. ضع الإبرة ببطء على سطح الماء.

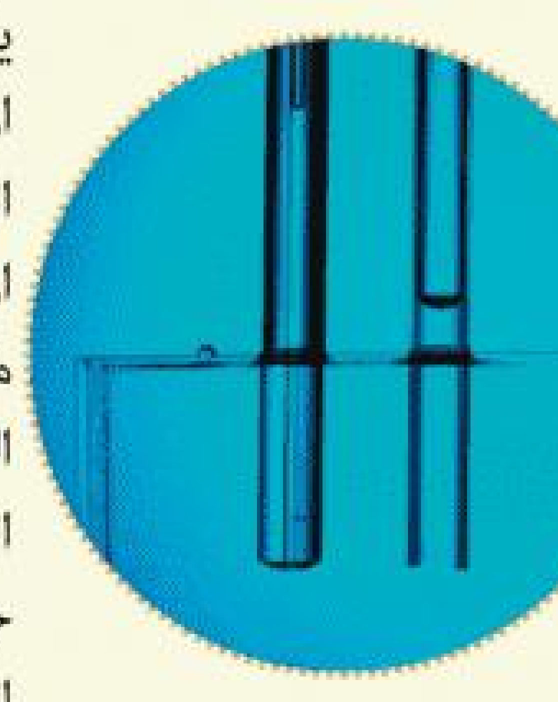
إقرأ المزيد





النادرة سوى القليل من المواد الأخرى (انظر الصفحات53 - 67)، و هي إحدى الخواص الهامة في الطبيعة. فعندما تتجمد البحيرات، تتكوّن طبقة من الجليد على سطح الماء و تصبح بمثابة غطاء يعزل الماء في الأسفل عن درجات حرارة التجمد في الأعلى، مما يساعد النباتات و الحيوانات المائية على الاستمرار في الحياة. و من غرائب الماء أيضاً درجة غليانه المرتفعة كمركّب بحجمه الجزيئي، إذ أن مركّبات أخرى لها الحجم الجزيئي نفسه، مثل النشادر ($NH_3$) و حمض الهيدروفلوريك ($HF$) و كبريتيد الهيدروجين ($H_2S$)، تكون غازات عند درجة حرارة الغرفة.

يمتص الماء كمية كبيرة من الحرارة بسبب حجمه، و تساعد قدرة الماء الحرارية الكبيرة على تلطيف درجة حرارة كوكب الأرض بصورة عامة من خلال مقاومة التغيرات الكبيرة في درجة الحرارة بين النهار و الليل و ذلك عن طريق امتصاص الحرارة و تحريرها. يتحول الماء إلى غاز عند درجات الحرارة العالية فقط، إذ لابد من توافر طاقة كبيرة كي يتحول الماء من حالته السائلة إلى الغازية.



يؤدي ارتفاع درجة توتر سطح الماء إلى ظاهرة تسمى «الخاصية الشعرية»، و بما أن القوى الموجودة على سطح الماء غير متساوية، فإن الماء يرتفع داخل الأنبوب الضيق، و تساعد هذه الخاصية على نقل الماء من جذور الأشجار إلى «درجة الغليان».إن تسخين السائل يمنح جزيئاته طاقة حركية كافية تمكنها من الإفلات من قوى التجاذب بين جزيئات السائل الذي يتحول إلى غاز. و يُطلق على حالة تحوّل السائل إلى غاز اسم التبخر، الذي يشير إلى الغليان و يصف عملية التبخر. فإذا حدث و تركت كأساً من الماء لفترة طويلة، لابد و أنك لاحظت أن حجم الماء قلّ مع مرور الزمن، و السبب هو أن أوراقها.كما أن الماء مذيب جيد جداً للمواد الأخرى. و بفضل هذه الخاصية، يُطلق على الماء اسم المذيب العام. و المذيب هو سائل قادر على إذابة مادة أخرى لتكوين محلول جديد. راجع الصفحات (40 - 52).

الكيمياء وتطبيقاتها

## قطرات المطر

يشبّه الناس غالباً قطرات المطر بشكل الدموع. غير أن قطرات المطر المنهمرة من السماء لا تشبه من حيث

إقرأ المزيد





## من سائل إلى غاز

عندما تُضاف كمية كافية من الحرارة إلى السائل فإنه يبدأ بالغليان ثم يتحول إلى غاز. تسمى درجة الحرارة هذه بعض جزيئات السائل قد تحررت من السائل و تحولت إلى غاز. و يطلق على هذه العملية مصطلح «التبخر»، و عندما يتبخر السائل يتحول إلى غاز من دون أن يغلي. و يُستعان بدرجة الحرارة لقياس متوسط الطاقة الحركية للجزيئات. و الواقع هو أن بعض الجزيئات تملك طاقة حركية تفوق المعدل الوسطي، بينما يقل هذا المعدل في جزيئات سوائل أخرى و إن بعض الجزيئات التي تحتوي على طاقة حركية زائدة تملك طاقة تمكنها من التغلب على قوى التماسك بين الجزيئات و تنطلق من السائل على شكل غاز، و عند ارتفاع درجة الحرارة يزداد التبخر لأن المزيد من الجزيئات تصبح ذات طاقة كافية تمكنها من الإفلات من السائل. فلو وضعت مقداراً من الماء داخل وعاء ثم أفرغت الوعاء من الهواء الزائد، سيتبخر السائل إلى أن يتوازن ضغط السائل و بخاره، و يُطلق على ضغط البخار عند هذه الدرجة مصطلح «ضغط بخار السائل»، و في الوقت نفسه،

### جرب بنفسك

**كيف**

**تصنع غيمة في إناء**

فإن مقاومة الهواء تقوم بتفكيكها إلى قطرات أصغر حجماً. المواد المطلوبة: إناء واسع و متين - كوب قياس- ماء- شمعة عائمة- قفاز مطاطي .

إقرأ المزيد




حين تتبخر بعض جزيئات الماء تتكاثف بعض جزيئات البخار المنطلق أو تعود إلى السائل.

أما في حالة التوازن بين الضغط و البخار، يصبح معدل سرعة التبخر و معدل سرعة التكاثف متساويين. تنتج كافة السوائل بخاراً. و في السوائل التي تكون قوى التجاذب بين جزيئاتها ضعيفة، لا تحتاج عملية تبخرها إلى طاقة كبيرة. لقد أشرنا من قبل إلى أن كحول التعقيم له لزوجة خفيفة و توتر سطح منخفض نظراً إلى ضعف قوى التماسك بين جزيئاته؛ لذلك فإن الكحول يتبخر أيضاً على نحوٍ أسرع من تبخر الماء؛ لأن جزيئاته لا تتطلب كمية كبيرة من الطاقة للانفلات من السائل.

## درجة الغليان

عندما تقوم بتسخين كمية من الماء داخل وعاء، تتكوّن فقاعات صغيرة في قعر الوعاء، حيث يبلغ الماء في هذا الجزء درجة الغليان و هذه الفقاعات هي عبارة عن بخار ماء.

و إذا تابعنا تعريض السائل إلى مزيد من الحرارة، تصبح الفقاعات أكبر حجماً و يبلغ الماء كله درجة الغليان.

الكيمياء وتطبيقاتها

### الأطعمة المجففة بالتبريد

تساعد العملية التي يُطلق عليها اسم التجفيف بالتبريد على حفظ الأطعمة، و ذلك من خلال إزالة الماء من الطعام. وتسمح هذه الطريقة بتخزين الأغذية

إقرأ المزيد





ثم لا تلبث الفقاعات أن تظهر بسرعة على سطح الماء و بأعداد كبيرة. و عندما ترى هذه الحالة، ستدرك أن الماء يغلي. تظهر الفقاعات الصغيرة أحياناً قبل أن يبلغ قعر الوعاء درجة الغليان، و هذه الفقاعات ليست سوى فقاعات هواء ناجمة عن الهواء المذاب في الماء؛ لأن قابلية ذوبان الهواء في الماء تنخفض عندما ترتفع درجة الحرارة. و إذا جربت أن تسلق بيضة في مكان مرتفع، مثل أعالي الجبال، سوف تكتشف أن الأمر يتطلب زمناً أطول مما يتطلبه عند مستوى سطح البحر. أما سبب ذلك فهو أن الضغط الجوي أقل انخفاضاً في المرتفعات والجبال العالية.

C
B
220
ماء
جليد
الضغط (الغلاف الجوي)
X
Y
1.0
T
6.0 x 10⁻³
بخار ماء
A
647
373
273
درجة الحرارة حسب مقياس كلفن

و يجب أن تتذكر أن الماء يغلي عندما يتساوى ضغط البخار مع الضغط الجوي. ففي المناطق المرتفعة، يكون الضغط الجوي أقل، و بالتالي تكون درجة الحرارة اللازمة لغليان الماء منخفضة أيضاً. و في الحقيقة إذا قمت بإنقاص الضغط بصورة كافية، فإن الماء يغلي عند درجة حرارة الغرفة.

## النقطة الحرجة

إذا زادت درجة حرارة و ضغط السائل معاً، يصبح البخار أكثر كثافة، بينما يكون السائل أقل كثافة. يطلق على الدرجة التي تكون عندها كثافة البخار و السائل متساويتين اسم «النقطة الحرجة». و فوق درجة الحرارة هذه لا يتحول البخار إلى سائل، و لو كان ذلك تحت الضغط المرتفع. يبين الرسم البياني المتعلق بالأطوار أن حالات المادة تتأثر بدرجة الحرارة و الضغط، و قد ناقشنا في الصفحة السابقة تأثير ذلك على الماء داخل وعاء مغلق.

فعندما يبلغ الماء درجة ضغط البخار، يكون معدل سرعة التبخر و التكاثف واحداً، و يُظهر الرسم البياني الموجود في الأعلى ضغط البخار على شكل خط. و يكون الماء على امتداد حدود هذا الخط سائلاً و غازاً في الوقت ذاته.

### انظر أيضا...

الحرارة و التفاعلات الكيميائية، المجلد الرابع: الصفحات (23 - 34).
حالات المادة الثلاث، المجلد الثاني: الصفحات (8 - 16).

# 4 المحاليل

**نادراً ما تكون المواد نقية؛ لأنها في أغلب الأحيان تكون ممزوجة بطرق مختلفة. و المحلول هو أحد أشكال هذا الامتزاج. و هناك أشكال أخرى من المخاليط، بما فيها المعلقة و الغروية.**

هناك نوعان رئيسان من المخاليط، و هما المخاليط المتجانسة و غير المتجانسة. تكون المواد في المخلوط المتجانس ممزوجة بالتساوي بحيث يصعب علينا التمييز فيما بينها، أما في المخلوط غير المتجانس، تكون كافة المكونات قابلة للتمييز و الفصل عن بعضها البعض بشكل سهل نسبياً. و تمثل مياه البحار شكلاً من أشكال المخلوط المتجانس، إذ لا يمكننا تمييز الماء و الأملاح و غيرها من المكونات الممزوجة بماء البحر. و من أمثلة المخاليط غير المتجانسة طبق حساء الشعيرية، مثلاً، حيث نستطيع تمييز الشعيرية و غيرها من المكونات الأخرى.

قرص فوّار يذوب في الماء. يتفتت القرص أثناء ذوبانه إلى وحدات صغيرة ثم ينتشر في الماء كله.






المحلول هو من أكثر أشكال المخاليط المتجانسة انتشاراً و التي تكون في حالة فيزيائية واحدة. و معظم المحاليل المعروفة، مثل ماء البحر أو الصودا هي عبارة عن سوائل. و يمكن للمحاليل أيضاً أن تكون غازية أو صلبة. فالهواء المحيط بنا هو محلول من الغازات، أما البرونز فهو محلول صلب (انظر الصفحة 44).

## خواص المحاليل

كي نحصل على محلول، يجب أن تتوافر مادة أو أكثر مذابة في مادة أخرى. و يطلق على المادة القابلة للذوبان اسم المادة المُذابة، في حين تسمى المادة التي تذوب فيها المادة المذابة بالمُذيب، و على سبيل المثال إذا أضفت مقدار ملعقة

### مصطلحات أساسية

- **المخلوط غير المتجانس:** المخلوط الذي لا تكون المكونات فيه منتشرة بصورة متساوية.
- **المخلوط المتجانس:** المخلوط الذي تكون مكوناته

إقرأ المزيد





من ملح الطعام إلى كأس من الماء، فإنك تقوم بتكوين محلـول، إذ يذوب ملح الطعام في المـاء، فيصـبح مـادة مذابـة. أمـا المـاء فهـو العنصر المُذيب. لا تذوب كل مادة في أي مادة من المواد الأخـرى. لابد و أنك سمعت بالتعبير القائل «الزيت و المـاء لا يمتزجـان». و تستطيع التأكد من هذا القول بإضافة الزيت إلى المـاء. و إذا كـان المُذاب لا يذوب في الجسم المُذيب، و إذا كان المُذاب لا يـذوب في الجسم المُذيب، فإننا نطلق على تلك المادة اسم «مادة غير قابلـة للذوبان» و أمـا إذا كـان المـُذاب قـابلاً للـذوبان في المـُذيـب، فإننـا نصفه «بالمادة القابلة للذوبان».

## أنواع المحاليل

يظن معظم الناس أن المحاليل عبارة عن سوائل، غير أن ذلك ليس صحيحاً. فالمحاليل يُمكن أن تكون مؤلفة من مجموعـة مـن المـواد المذابة و المُذيبة بحالات مختلفة. يدخل في المحاليل الصلبة بوجـه عام فلز واحد على الأقل.

فالفضة الخالصة، على سبيل المثال، تحوي كمية قليلة من النحاس ممزوجة بها. و الفضة هي المذيب، بينما يشكل النحاس العنصر المُذاب فيها، و كذلك الأمر بالنسبة للذهب المستخدم في صياغة المجوهرات و الحلي، فهو يحتوي أيضاً على نحاس مذاب فيه، و الفولاذ أيضاً مكوّن من الحديد مع كمية قليلة من الكربون المذاب. و يُطلق على المحاليل الصلبة التي تضم الفلزات اسم السبائك. (انظر الصفحة 59). و تشكل السبائك عن طريق مزج الفلزات أثناء صهرها إلى سوائل. أما محاليل الغازات فهي من المخاليط المتجانسة التي تضم اثنين أو أكثر من أنواع الغازات. و يُعدّ الهواء أحد الأمثلة على هذه المحاليل الغازية. فالهواء مُكوّن بصورة رئيسة من الأكسجين و النتروجين، و يشكل غاز النتروجين النسبة العظمى من الهواء (78 بالمئة)، مما يجعل هذا الغاز مذيباً، بينما يشكل الأكسجين (21 بالمئة) من الهواء، و يكون بذلك المذاب الرئيس. كما يضم الهواء غازات مذابة أخرى، مثل غاز الأرغون و ثاني أكسيد الكربون. يجب أن تحتوي المحاليل السائلة على مذيب سائل، لكنها يمكن أن تضم مواداً مذابة صلبة أو سائلة أو غازية. فعلى سبيل المثال، يحتوي ماء النهر على



الأكسجين الذائب فيه، و تعتمد الأسماك والعديد من الكائنات المائية الأخرى على هذا الغاز للبقاء على قيد الحياة. كما يمكن أن تشكل الأجسام الصلبة محاليل مع السوائل، و مثال ذلك مكعبات السكر التي تذوب في الماء الساخن.أما السوائل التي تُذيب سوائل أخرى فهي قليلة نسبياً. و يشكل مانع التجمد الذي يضاف إلى الماء داخل شبكة تبريد محرك السيارة مثالاً على ذلك، حيث يذوب الماء في مانع التجمد، مما يحول دون تجمد الماء. وتسمى السوائل التي تختلط بسهولة، مثل مانع التجمد والماء، بالسوائل الامتزاجية. أما السوائل الأخرى، مثل الزيت والماء، فلا تختلط مع بعضها على الإطلاق. ويُطلق على هذا النوع من السوائل اسم «سوائل غير امتزاجية».

**مصطلحات أساسية**

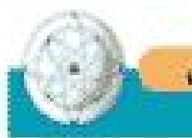
- **المركّب:** مادة تحوي عنصرين أو أكثر مترابطة مع بعضها بواسطة الروابط الكيميائية.
- **الإلكتروليت:** مادة أيونية موصلة للكهرباء.
- **الإلكترون:** جسيم له شحنة

إقرأ المزيد

## الذوبان في الماء

يُطلق على الماء أحياناً اسم المُذيب العام، لأنه يستطيع إذابة عدد كبير من الأجسام.

و تُسمى المحاليل التي يكوّنها الماء «المحاليل المائية» (aqueous solutions).





و كلمة (aqueous) مشتقة من اللاتينية (aqua) التي تعني: «ماء». تُشكل المواد المذابة التي تذوب في الماء إما أيونات أو جزيئات، و الأيون هو ذرّة فقدت أو كسبت إلكتروناً واحداً أو أكثر. و نتيجة لذلك يصبح للأيون شحنة إما سالبة أو موجبة. فإذا فقد الأيون الإلكترونات يصبح موجب الشحنة، إما إذا كسب إلكتروناً فيصبح سالب الشحنة. والجزيء عبارة عن مجموعة تضم ذرّتين أو أكثر متماسكتين بروابط كيميائية. و الجزيئات ليس لها أية شحنة. تنجذب الأيونات نحو الأيونات الأخرى ذات الشحنة المعاكسة، و تتنافر مع الأيونات من الشحنة نفسها.

**جرّب بنفسك**

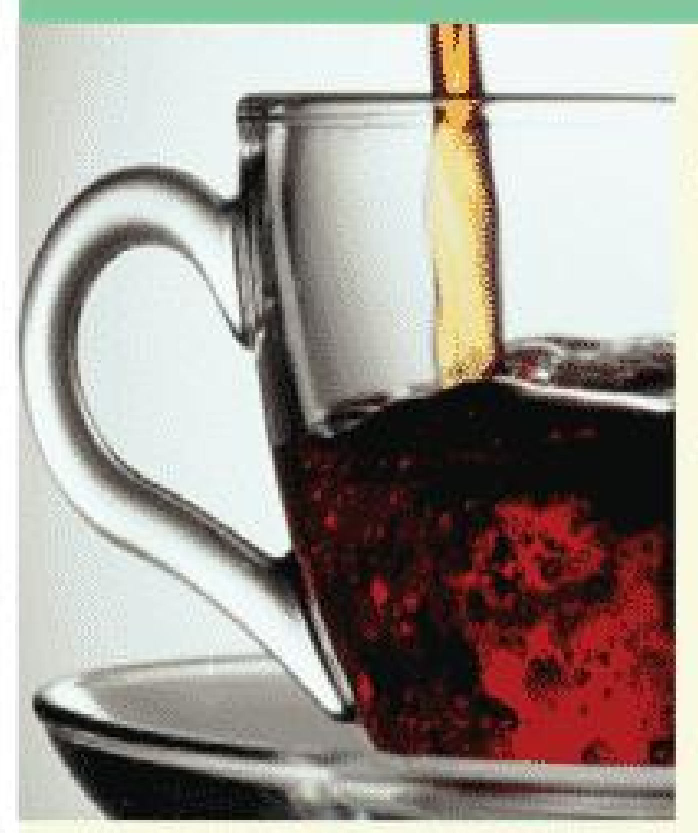
## محاليل ملوّنة

تستطيع مشاهدة جسم صلب يذوب في أحد السوائل من خلال هذه التجربة البسيطة. تحتاج للقيام بالتجربة إلى كأس زجاجي طويل و شفاف

**إقرأ المزيد**

تتحد الأيونات مع بعضها بفضل الانجذاب لتكوّن المركّبات المؤلفة من مواد تضم ذرّات عنصرين أو أكثر تربط بينهما روابط كيميائية. أما المركّب الأيوني فيضم دائماً أيونات سالبة و موجبة، و عندما تذوب هذه المركّبات في الماء، تنفصل الأيونات. و من أمثلة الأيونات المركّبة ملح الطعام أو ما يُعرف بكلوريد الصوديوم المكوّن من أيونات صوديوم لها شحنة موجبة و أيونات كلوريد سالبة الشحنة. و عندما يذوب الملح الصلب في الماء،يتفكك إلى أيونات





صوديوم و كلوريد. كما تتكوّن المركّبات الجزيئية، مثل السكر، عندما تشترك الذرّات مع بعضها بالإلكترونات، و تتفكك لدى ذوبانها لتكوّن جزيئات غير مشحونة.

## نقل التيارات الكهربائية

بما الأيونات المذابة تكون مشحونة، فإنها تنقل تياراً كهربائياً عبر محلول من المحاليل، و لهذا السبب تُعدّ المحاليل الأيونية أحد أشكال الإلكتروليت (سائل ناقل للكهرباء). أما المحاليل الجزيئية لا تحتوي على أية جسيمات مشحونة، و بالتالي لا توصل التيارات الكهربائية.

## التركيز

يُقاس مقدار المُذاب في كمية محددة من المذيب على أساس التركيز. إن معرفة نسبة التركيز مفيدة لأنها تتيح للكيميائيين فرصة مقارنة المحاليل أو مزج المواد بدقة. و يقاس التركيز بطرائق مختلفة و متعددة، و يستطيع الكيميائيون تعريف التركيز من خلال ثلاث طرق: المولارية (التركيز الجزيئي الحجمي)، و المولالية (التركيز الجزيئي الجرامي)، و الكسر المولي (الكسر الجزيئي الجرامي). المولارية (M) أكثر الطرق انتشاراً بين الكيميائيين

للتعبير عن التركيز. تُعرّف مولارية المحلول بأنها عدد مولات المذاب في لتر (0.26 جالون)من المذيب، و يحوي كل مول (602,213,670,000,000,000,000,000)ذرّة أو جزيء.

و لحساب المولارية، يجب إيجاد عدد مولات المُذاب و تقسيمها على عدد لترات المحلول. أما المولالية فهي قياس مماثل آخر للتركيز، حيث تمثل المولالية (m) عدد مولات المُذاب الذائبة في كيلوجرام واحد (2.2 رطلاً) من المذيب، و تُعد هذه الطريقة أكثر دقة من المولارية في جوانب عدة. فعندما تتغير درجة حرارة السائل، يتغير الحجم أيضاً بنسبة قليلة. تتمثل الطريقة الثالثة لقياس التركيز في «الكسر المولي»، و تعتمد هذه الطريقة على نسبة عدد مولات مادة واحدة في المحلول إلى العدد الإجمالي لمولات جميع المواد في المحلول و إن جمع كافة الكسور معاً دائماً يساوي (1)، علماً بأن الكسر المولي لا يتأثر بدرجة حرارة المحلول.

### مصطلحات أساسية

- **المولالية:** عدد مولات المُذاب الذائب في كيلوجرام من المُذيب.
- **المولارية:** عدد مولات المُذاب الذائب في لتر واحد من المُذيب.

إقرأ المزيد







## الإشباع و قابلية الذوبان

عند إضافة مُذاب إلى أحد المحاليل، تذوب كمية كبيرة منه في المذيب. و إذا ذابت الكمية القصوى من المذاب في المحلول، نقول عندها بأن المحلول أصبح مُشبعاً. فإذا أضفت عدة ملاعق من السكر إلى كأس من الماء الساخن، ستلاحظ أن مقداراً من السكر لن يذوب في الماء مهما حاولت أن تحرك هذه الكمية في المحلول.لقد أصبح الماء مشبعاً بالسكر، و ظلت الكمية غير الذائبة في قاع الكأس. تُعرّف قابلية الذوبان (أو الذوبانية) بأنها كمية المُذاب التي تذوب في المذيب تحت مجموعة من الظروف المحددة. و تتغير قابلية المادة للذوبان بتغير الظروف، و على سبيل المثال تستطيع إذابة كمية من السكر في الماء الساخن أكبر من إذابة الكمية نفسها في الماء البارد.

### مصطلحات أساسية

- **مُشبع:** المحلول الذي تذوب فيه أكبر كمية ممكنة من المذاب في المذيب.
- **قابلية الذوبان:** مدى ذوبان مادة مذابة بصورة جيدة في المذيبات ضمن ظروف محددة.






## العوامل المؤثرة على قابلية الذوبان

تتحدد قابلية ذوبان مادة من المواد طبقاً لطبيعة المُذاب و المذيب، و على سبيل المثال يُمكن أن تكون المواد المذيبة و المذابة قطبية أو غير قطبية. فالجزيئات القطبية لها شحنات كهربائية صغيرة في مواضع محددة تسمى الأقطاب، مثل قطبي المغناطيس الشمالي و الجنوبي. أما الجزيئات غير القطبية فليس لها أية أقطاب. تتكوّن الجزيئات القطبية عندما تقوم بعض ذرّات الجزيء بجذب الإلكترونات بقوة أكبر من جذب الذرّات الأخرى. و نتيجة لذلك ؛تتجمع الإلكترونات في قطب واحد و تجعله سالب الشحنة، بينما تصبح النهاية الأخرى من الجزيء قطباً موجب الشحنة. و القاعدة العامة هي أن «المثيل يذوب في مثيله». فالمذيب الذي يملك جزيئات قطبية يذيب المادة المذابة ذات الجزيئات القطبية. لكن المذيب القطبي لا يذيب المادة المذابة ذات الجزيئات غير القطبية. و الماء مذيب قطبي يذيب المواد المذابة القطبية، بما في ذلك المركّبات الأيونية. فالملح يذوب في الماء بسهولة، لكن الجازولين

**نظرة فاحصة**

**تغير قابلية الذوبان**

يُمكن ملاحظة كيفية تأثير مساحة سطح المادة على ذوبانها من خلال مقارنة سرعة ذوبان السكر المطحون بمكعبات السكر في الماء.

إقرأ المزيد

**جرب بنفسك**

**تحضير**
**الآيس كريم (المثلجات)**

الآيس كريم هو عبارة عن محلول مكوّن من حليب مجمّد و نكهات مختلفة. لتحضير الآيس كريم، تحتاج لكوبين من الحليب و ربع

إقرأ المزيد

(البنزين) مذيب غير قطبي؛ لذلك لا يذوب فيه الملح. كما تؤثر درجة الحرارة و الضغط الجوي على قابلية الذوبان، لكن درجة الحرارة أشد تأثيراً من الضغط. و بشكلٍ عام، كلما ارتفعت درجة الحرارة، زادت نسبة قابلية ذوبان المذاب في المذيب. و هناك عدد من العوامل التي تحدد بدقة كيفية تأثير درجة الحرارة على قابلية الذوبان. و تتأثر سرعة ذوبان المواد الصلبة في المذيب بعوامل ثلاثة: سرعة اختلاط المذاب مع المذيب، و درجة الحرارة، و مساحة السطح الإجمالية للمذاب. فالمساحيق الناعمة مثلاً تذوب بشكل أسرع من ذوبان قطعة كبيرة واحدة.

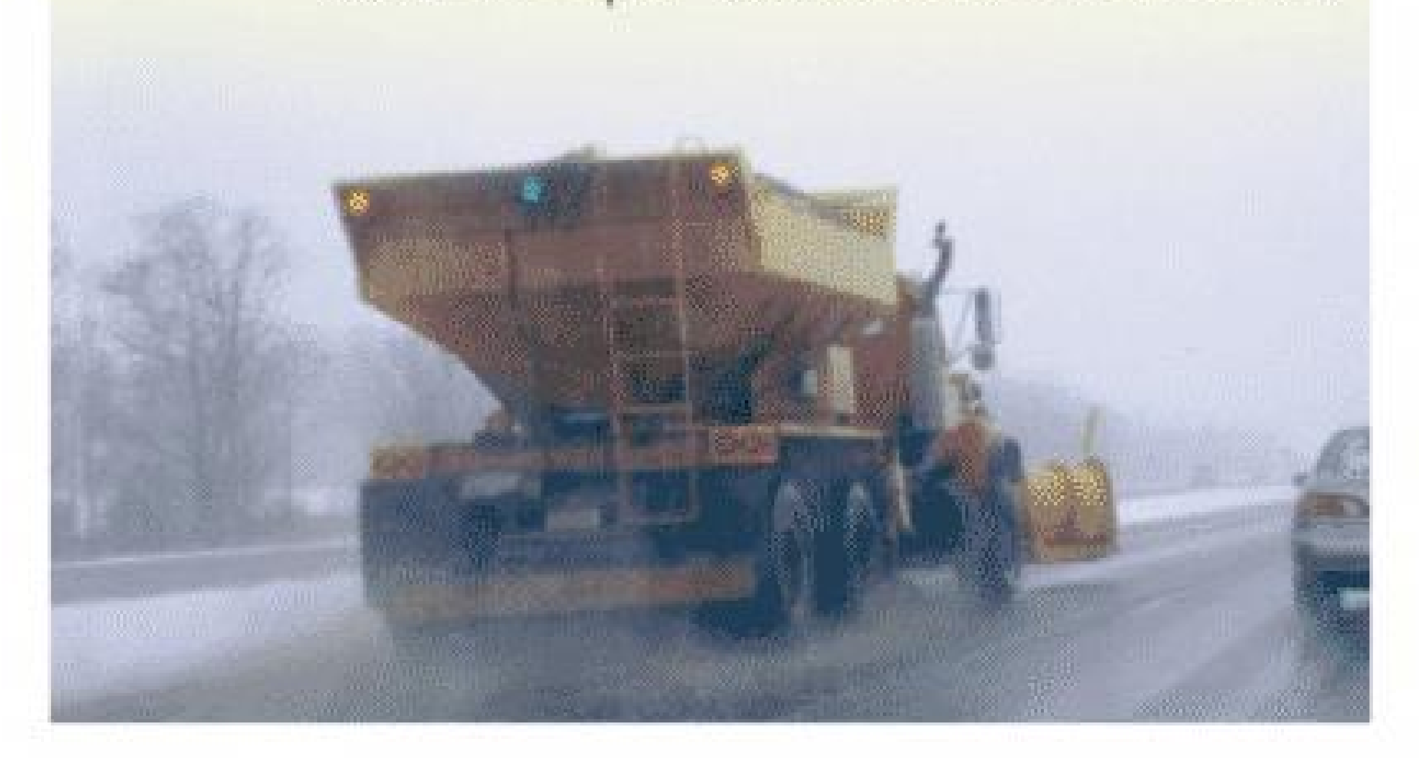
## الخواص الفيزيائية

تختلف خواص المحلول أحياناً عن الخواص التي يتصف بها المذيب النقي. و من الأمثلة الواضحة أن لون المُذيب قد يتغير عند إذابة مادة مذابة فيه. كما أن إضافة المذاب يُمكن أن تغيّر درجتي انصهار و غليان المذيب (انظر الصفحة 60). فالماء النقي، على سبيل المثال، يتجمد عند الدرجة (32) حسب مقياس فهرنهايت (C°0)، و يغلي





عند الدرجة (212°F) أي: (100°C). و لكن عندما يذوب الملح في الماء، تنخفض درجة انصهار المحلول و ترتفع درجة غليانه. و تتوقف درجات الحرارة الدقيقة على كمية الملح المذاب. و على سبيل المثال، يتجمد ماء البحر عند درجة (0°F) أي: (-17.5°C) تقريباً. أما سبب التغيرات التي تطرأ على درجة الانصهار فهو أن المذاب يقف في طريق جزيئات المذيب. ففي حالة الماء السائل النقي، تتحرك الجزيئات بصورة مستمرة و تصطدم مع بعضها البعض. و عندما يبلغ الماء الدرجة (32°F) أي: (0°C)، تبدأ الجزيئات بالتماسك مع بعضها عند تصادمها ببعضها، ثم لا تلبث أن تتجمد وتتحول إلى جليد صلب. و لكن عندما تترابط الجزيئات مع الجليد، تتحرر جزيئات أخرى و تنضم ثانية إلى السائل. و عند درجة التجمد، يتساوى عدد الجزيئات المتجمدة مع عدد الجزيئات المنصهرة. و تحت درجة التجمد، يفوق عدد الجزيئات المتجمدة الأعداد المنصهرة، فيكبر حجم قطعة الجليد.






عندما تختلط أيونات الملح، تصبح جزيئات الماء عاجزة عن التصادم ببعضها بالنشاط نفسه، و تصطدم لبعض الوقت بأيونات الكلوريد أو الصوديوم.وعند درجة الحرارة (32°F) أي : (0°C) ، لا يتجمد الماء؛ لأن الجزيئات لا تقترب من بعضها بصورة كافية في أغلب الأحيان، فيفوق عدد الجزيئات التي تتحول إلى سائل عدد الجزيئات التي تتحول إلى جليد صلب، مما يحول دون تجمع الجليد.

## المُعلقات

إن المخاليط الموجودة في الطبيعة ليست جميعها محاليل. فالمُعلَق يتكوّن مزيج غير متجانس يحوي جسيمات كبيرة تنتشر عبر السائل أو الغاز، و غالباً ما تكون هذه الجسيمات كبيرة بحيث تترسب في

نهاية المطاف، و إذا سبق أن قمت برجّ كرة الثلج الزجاجية، فلابد أنك لاحظت بأن ما يُشبه قطع الثلج المتناثرة التي تعوم داخل الكرة قد كوّنت محلولاً معلقاً لا يلبث أن يعود ليستقر ببطء في أسفل الكرة. إن الجسيمات التي تسبح داخل المحلول المُعلّق كبيرة إلى حدٍ لا يسمح بترشيحه، و تستطيع أيضاً منع الضوء من المرور عبر المحلول المُعلّق.

لذلك تكون المعلقات عكرة و تصعب الرؤية من خلالها. المُوحِل، الذي يكوّن محلولاً معلقاً من حبيبات ترابية دقيقة تسبح في الماء. يمكن أن تتكوّن المعلّقات من مزيج من الأجسام الصلبة أو السائلة أو الغازية الأيروسول (الحلالات الهوائية) هي معلّقات من قطرات سائلة أو حبيبات صلبة في الغاز، و ينتج هذا المزيج عن عبوات الرش.

## جرب بنفسك

### استخدام قوة النبذ لفصل الأجسام عن بعضها!

تستطيع فصل الأجسام السائلة عن الصلبة في المحلول المعلّق من خلال هذه التجربة البسيطة. تحتاج لتنفيذ هذا النشاط

إقرأ المزيد

أما الأجسام الصلبة فتعلق في السوائل في أغلب الأحيان، كما لاحظنا في الماء المُوحِل. كما يمكن لسائلين أيضاً أن يكّونا محلولاً معلّقاً. ويجب أن تكون السوائل غير امتزاجية، كالزيت و الماء، حيث يُشكل أحد السائلين قطرات صغيرة، تعلق بالسائل.





و يُطلق على هذا النوع من المعلقات اسم «المستحلب».

## الغرَويات

الغرويات هي مخاليط تجمع بين خواص المعلّقات و المحاليل، و تنتشر الجسيمات في الغرويات من خلال المذيبات، و هي أكبر حجماً من الجزيئات و الأيونات لكنها ليست ثقيلة بما يكفي كي تستقر و تترسب. كما أنها صغيرة جداً بشكل يتعذر فيه ترشيحها. و الغرَويات من المواد



الشائعة في الطبيعة، و يُمكن اعتبار الحليب و المايونيز و الدخان من أشكال الغرَويات.


انظر أيضا..

الروابط الكيميائية، المجلد الثالث: الصفحات (12 - 25).

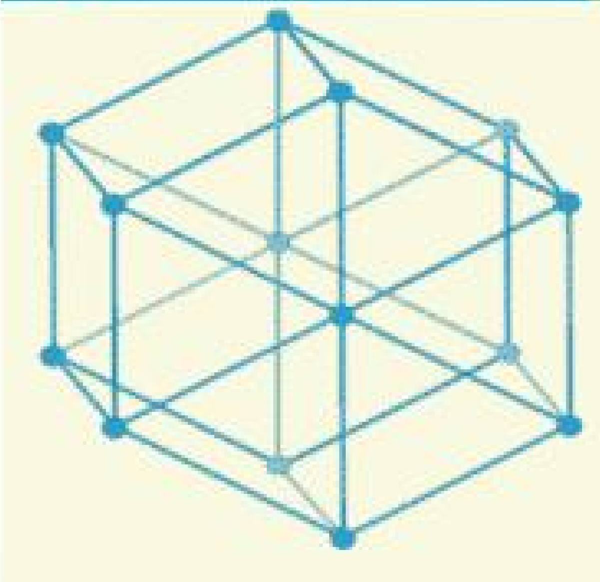
# 5 الحالة الصلبة

**الجسم الصلب هو أقل المواد نشاطاً من حيث الحركة، ففي داخل الجسم الصلب، تكون جميع الذرّات متماسكة مع بعضها البعض، مما يمنح الجسم الصلب شكلاً محدداً.**

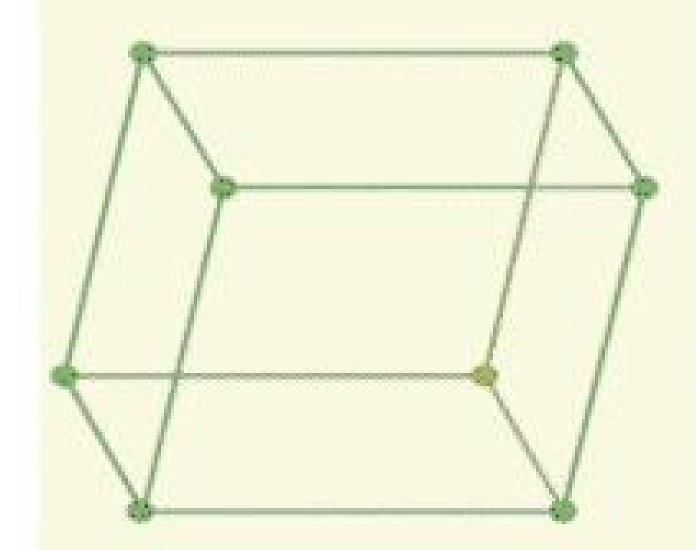
تحيط بنا الأجسام الصلبة من كل جانب. فالأرض صلبة و المباني صلبة و حذاؤك صلب، و حتى هذا الكتاب الموجود بين يديك هو جسم صلب، و طبقاً لنظرية الحركة – و المقصود بها النظرية التي تصف حركة الذرّات و الجزيئات - فإن ذرّات الأجسام الصلبة في حركة دائمة. لكنك قرأت فيما سبق عن كيفية تماسك ذرّات الأجسام الصلبة في أماكنها، و هي الصفة التي تمنح هذه الأجسام شكلها المحدد؛ لذلك بدلاً من أن تتحرك جزيئات الأجسام الصلبة، مثل جزيئات السوائل و الغازات، فإنها تتذبذب ذهاباً و إياباً حول موقع مركزي.

معظم الأجسام الصلبة الموجودة في الطبيعة عبارة عن بلورات. و تنتظم الجزيئات داخل هذه البلورات ضمن ترتيب محدد و مكرر، مما يمنح كل بلورة شكلها المنتظم.



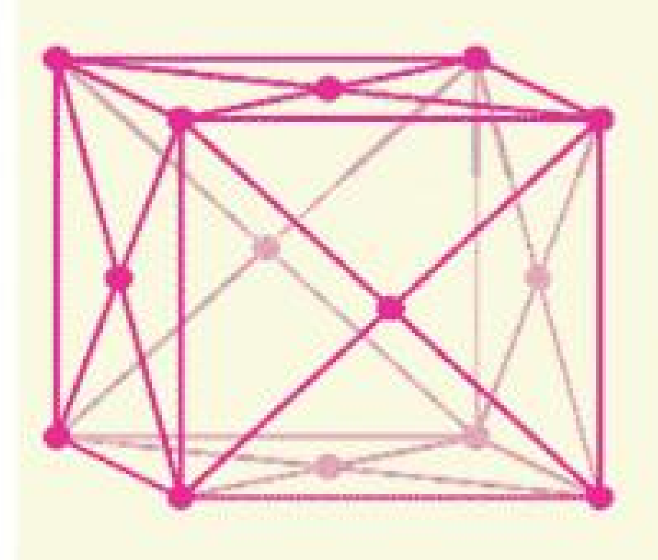



تملك الأجسام الصلبة خواصاً محددة ترتبط بترتيب ذرّاتها. و بما أن جسيمات المادة الصلبة شديدة التماسك فيما بينها، فإن الأجسام الصلبة لها حجم و شكل محددين. و على عكس السوائل و الغازات، التي تستطيع ذرّاتها أو جزيئاتها أن تتحرك، فإن حجم و شكل الجسم الصلب لا يتغيران كثيراً تحت تأثير درجة الحرارة أو الضغط. و يتناول هذا الفصل كيف يؤثر ترتيب الذرّات على خواص الأجسام الصلبة.



## الأجسام الصلبة البلورية

تنتمي معظم أنواع الأجسام الصلبة الشائعة إلى ما يُطلق عليه اسم «الأجسام الصلبة البلورية»، المعروفة ببساطة باسم «البلورات» و تملك الأجسام الصلبة البلورية صفوفاً







مكررة من الجسيمات المنتظمة بصورة دقيقة. و تكوّن هذه الجسيمات المنتظمة بنية يُطلق عليها اسم البنية الشبكية. إن ملح الطعام و السكر و أملاح الاستحمام و الثلج هي أمثلة من واقع حياتنا اليومية عن الأجسام الصلبة البلورية. كما أن معظم الأحجار الكريمة هي عبارة عن أجسام صلبة بلورية أيضاً.

**جرب بنفسك**

## بلورات الملح

تتكوّن بلورات الملح من نماذج مكررة للذرّات تسمى وحدات الخلية، و ترتبط هذه الوحدات الصغيرة المكررة مع بعضها لتكوّن بنية تسمى الشبكة.

**إقرأ المزيد**

لكل جسم بلوري بنية شبكية محددة، و يتم تحديد العديد من خواص الأجسام البلورية، مثل مدى صلادتها (صلابتها)، من خلال مدى ترابط هذه البنية الشبكية، و يصف الكيميائيون ترتيب هذه البنية الشبكية عن طريق اختيار أصغر تجمع للجسيمات. و يُطلق على هذا التجمع اسم وحدة الخلية. و تتألف الشبكة من عدة وحدات خلايا مترابطة مع بعضها البعض ضمن نموذج ثابت. لقد اكتشف الكيميائيون وجود سبع طرائق أساسية فقط تنتظم من خلالها وحدة الخلية، و تتكوّن جميع البلورات عن طريق استخدام وحدة واحدة من وحدات الخلايا التي تكون على شكل مكعب أو مسدس أو معين أو معين مستقيم أو رباعي الزوايا أو أحادي المثل أو ثلاثي المثل.

## الأجسام الصلبة الطبيعية

تتوافر الأجسام البلورية بكثرة في الطبيعة، و معظم الأجسام الصلبة غير الحية تتكوّن من البلورات، بل ربما تكون البلورات هي الأكثر انتشاراً، كما هو الحال في المعادن الطبيعية الموجودة داخل الصخور. تتكوّن البلورات في الطبيعة من الصخور المنصهرة أو محاليل الماء المشبع. و قد تنمو بعض أنواع البلورات إلى أحجام كبيرة جداً، حيث تم اكتشاف بلورات فردية تشبه في ضخامتها حجم المنزل و تزن عدة أطنان. و عندما تنمو البلورات، فإنها تأخذ عادة شكلاً مماثلاً لوحدة الخلية التي تنتظم فيها، و على سبيل المثال إن بيريت الحديد (كبريتور الحديد الطبيعي)، و هو جسم بلوري لامع ذهبي اللون معروف أيضاً باسم «الذهب الزائف»، له وحدة خلية مكعبة الشكل. كما أن بلورات بيريت الحديد لها شكل مكعب أيضاً. أما وحدة خلية بلورات الزمرد فهي سداسية الشكل. إن الشكل السداسي (أو المسدس) له ستة سطوح، و غالباً ما تكون بلورات الزمرد بهذا الشكل أيضاً. عندما تتفتت البلورات، فإنها تتفكك على امتداد الروابط بين وحدات الخلايا؛ لذلك تأخذ البلورات أشكالاً محددة عند انكسارها. كما أن العديد من المعادن لها أشكال مشابهة تماماً.

تنتظم الجزيئات في الأجسام البلورية الصلبة ضمن نموذج متناسق. ترابط الجزيئات مع بعضها البعض في الجسم

إقرأ المزيد

و يستطيع الجيولوجيون تحديد نوع المعدن، من بين طرائق أخرى، من خلال النظر إلى طريقة تفكك بلورات هذا المعدن.

## الأجسام الصلبة اللابلورية

تعني كلمة «لابلوري»، أو غير متبلور، «بلا شكل». و يستعمل هذا التعبير لوصف الأجسام التي ليس لها شكل محدد، و إنما تستطيع أن تتخذ أشكالاً متعددة، و توصف بعض هذه الأجسام بأنها لابلورية؛ ؛ لأنها لا تملك جسيمات مرتبة ضمن شبكة منتظمة. و من الأمثلة الشائعة عن الأجسام الصلبة غير المتبلورة هي اللدائن والمطاط.

و للأجسام الصلبة غير المتبلورة، التي تخلو من البنية الشبكية، خصائص أخرى تختلف عن البلورات. فعلى سبيل المثال، تكون معظم البلورات قاسية، لكنها تنشطر بسهولة عند طرقها. و تحافظ القطع البلورية الصغيرة المفتتة على الشكل نفسه أيضاً. أما

### مصطلحات أساسية

- **لابلوري (أو غير متبلور):** شيء يفتقر إلى شكل أو بنية هيكلية محددة.
- **بلورة:** جسم صلب مكوّن من نماذج منتظمة و مكررة من الذرّات.
- **محلول:** مزيج من المواد تختلط كافة مكوناته بصورة متساوية.
- **سائل فائق البرودة:** سائل فائق اللزوجة يسيل ببطء شديد يجعله

إقرأ المزيد





الأجسام الصلبة غير المتبلورة فهي أكثر مرونـة. و إذا تفتتـت، فـإن قطعها تأخذ أشكالاً و أحجاماً مختلفة. إن بعض الأجسـام الصـلبة غير المتبلورة، مثل الزجاج، هي في الحقيقة عبارة عن سوائل فائقة البرودة. و بدلاً من النظر إليها كأجسـام صـلبة، يُمكـن أن نتعامـل معها كسوائل فائقة اللزوجة، و هي شديدة اللزوجة لدرجة أنها لا تنساب و إنما تحافظ على شكلها كجسم صلب. لكـن هـذه المـواد تستطيع أن تأخذ أي شكل، كما هو الحال مع السـوائل. و تـتجلى علاقة هذه المواد بالسوائل عندما نقوم بتسخين الأجسـام الصـلبة غير المتبلورة. فهذه الأجسام الصـلبة البلوريـة لهـا درجـة انصـهار محددة، و تتحول البلـورات كلهـا بسـرعة عنـد تلـك الدرجـة إلى سائل. و عند تسخين الأجسام الصلبة غـير المتبلـورة، فإنهـا تصـبح طرية وقد تسيل إلى شكل مختلف قبل أن تنصهر أخـيراً و تتحـول إلى سائل مائع.







## الروابط في الأجسام الصلبة

تتضح الخواص الفيزيائية للغازات و السوائل من خلال شدة قوى الترابط بين الجزيئات، انظر الصفحتين (19 و31). كما توضح هذه القوى الخواص الفيزيائية للأجسام الصلبة. فالأجسام الصلبة لها عدد من الخواص الفيزيائية، و منها الصلادة (الصلابة) و القدرة على توصيل الكهرباء و درجة انصهار. و تعتمد كل خاصية من هذه الخواص على شدة القوى التي تؤدي إلى تماسك الجسم الصلب.

## الأجسام الصلبة الفلزية

الفلزات أجسام صلبة شائعة الانتشار و تشكل ثلاثة أرباع العناصر المعروفة. تحتوي الفلزات عادة على عدد صغير من إلكترونات التكافؤ المتوافرة للروابط، و إلكترونات التكافؤ هي تلك الإلكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي للذرّة و التي تدخل في الروابط الكيميائية. عندما تكوّن ذرّات الفلزات بنية شبكية، تتحرر إلكترونات التكافؤ من الذرّات و تتحرك بحرية داخل الجسم الصلب، حيث تؤدي الإلكترونات



الطليقة وظيفة «الغراء اللاصق» الذي يساعد على تماسك ذرّات الفلز. تتدفق الإلكترونات في اتجاه واحد، مُكوّنة بذلك تياراً كهربائياً، و هذا ما يجعل الفلزات موصلات ممتازة للكهرباء و نواقل جيدة للحرارة أيضاً.

إن للفلزات خاصيتين أخريين، هما قابلية الطرق و السحب، و الفلزات الطروقة (القابلة للطرق) هي الفلزات التي يُمكن تشكيلها أو مدّها على شكل صفائح رقيقة من خلال الطرق. أما خاصية السحب فهي إمكانية سحب المواد على شكل أسلاك. إن كلتا هاتين الخاصيتين ناتجتان عن الطريقة التي تقوم الإلكترونات الطليقة بواسطتها بربط ذرّات الفلز مع بعضها البعض.

### مصطلحات أساسية

- **سبيكة:** محلول صلب مكوّن من فلزين أو أكثر.
- **قابل للسحب:** إمكانية سحب الجسم الصلب لتكوين أسلاك.
- **قابل للطرق (طروق):** إمكانية طرق الفلز لتشكيل صفيحة رقيقة.
- **إلكترونات التكافؤ:** الإلكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي للذرّة.

## السبائك

الفلزات عظيمة الفائدة لما تتصف به من متانة و إمكانية قولبتها في أشكال مختلفة. و تدخل الفلزات في العديد من الصناعات، بما في ذلك السيارات و الأسلاك و المباني و الصواريخ و المجوهرات





الكيمياء وتطبيقاتها

### الذهب الخالص

يُقاس نقاء الذهب و غيره من المعادن النفيسة الأخرى بالقيراط، و عيار الذهب الخالص هو 24 قيراطاً.

إقرأ المزيد

و غيرها من الصناعات الأخرى. و أحياناً يفتقر الفلز النقي للخواص المطلوبة لغرض ما؛ لأنه قد يكون طرياً جداً أو غير مرن بما يكفي. تنطوي إحدى الطرق التي تجعل الفلز أكثر نفعاً على خلطه بفلزات أخرى. يُطلق على المخلوط الفلزي اسم «سبيكة». فالنحاس الأصفر مثلاً هو عبارة عن سبيكة مُكوَّنة من النحاس و الزنك. كما تحتوي بعض السبائك على أجسام غير فلزية. يتكوّن الفولاذ على سبيل المثال من سبيكة من الحديد و بعض الفلزات الأخرى، بالإضافة إلى مقادير صغيرة من الكربون. السبائك عبارة عن محاليل من الفلزات، يذوب فيها فلز ما في فلز آخر (انظر الصفحة 41). فسبيكة اللِّحام مثلاً هي سبيكة فلزية تتألف من ذرّات القصدير المذابة في الرصاص. و تتميز هذه السبيكة بليونتها و سرعة انصهارها، و تستخدم في لحام القطع الفلزية.

## الأجسام الصلبة الجزيئية

يتكوّن عدد كبير من الأجسام الصلبة من جزيئات، و هي عبارة عن مجموعات تضم ذرّتين أو أكثر مترابطة مع بعضها البعض، و يُشكل





عـدد قليـل مـن العنـاصر أجسـاماً صـلبة جزيئيـة، و منهـا الكبريـت و اليـود. أمـا غالبيــة الأجســام الصــلبة الجزيئيـة فهـي عبـارة عـن مركّبـات. تتشـكل المركّبـات عندما يحدث تفاعل كيميائي بين عنصرين أو أكثر، حيث تترابط ذرّاتها لتكوّن جزيئاً. و السكر مثال على المركّبـات التـي تشـكل مـواداً صـلبة جزيئيـة. تتماسـك الأجسـام الصلبة الجزيئية بفضل قوى التجـاذب بـين جزيئاتهـا. و تتصف هذه الأجسام بصورة عامـة بليونتهـا و انصـهارها عند درجة حرارة منخفضـة. أمـا سـبب ذلـك فـيكمن في ضعف القوى بين الجزيئات. و معظم هذه الأجسـام غـير موصلة للكهرباء أو الحرارة.





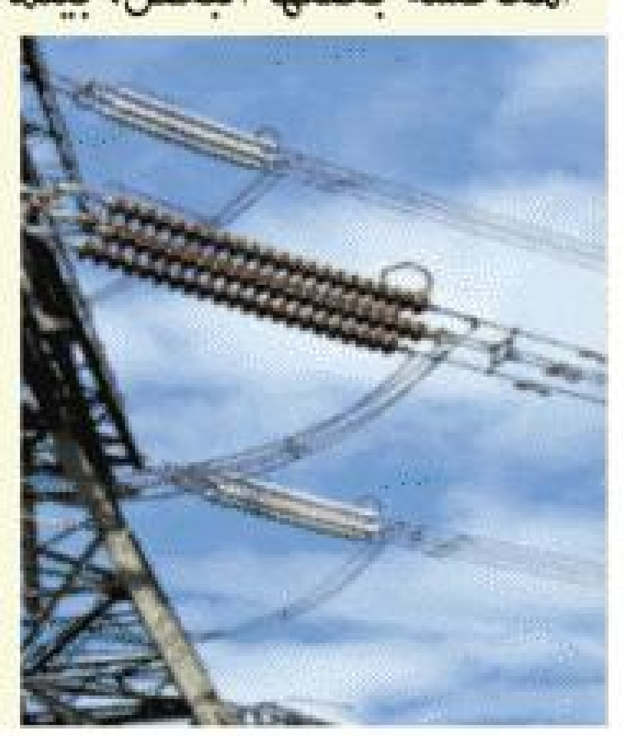
## الأجسام الصلبة الأيونية

تتكوّن بعض المركّبات من الأيونات. و الأيونات عبارة عن ذرّات فقدت أو كسبت إلكترونات خلال عملية التفاعل الكيميائي، و كل الأيونات لها شحنة كهربائية.

فالأيونات التي فقدت إلكترونات تصبح موجبة الشحنة، و التي كسبت إلكترونات تصبح سالبة الشحنة. و تجذب الشحنات المعاكسة بعضها البعض، بينما تتنافر الشحنات المتماثلة عن بعضها. كما ينجذب الأيون في الجسم الصلب إلى غيره من الأيونات الأخرى ذات الشحنة المعاكسة. و يساعد هذا التجاذب على تماسك الأجسام الصلبة الأيونية. لكن الأيونات المتماثلة في الشحنة تتنافر عن بعضها. الأجسام الصلبة الأيونية ذات

### مصطلحات أساسية

- **المركّب:** مادة تتكوّن خلال التفاعل الكيميائي عندما تترابط ذرّات عنصرين أو أكثر لتكوّن جزيئاً.
- **الأيون:** ذرّة فقدت أو كسبت الإلكترونات. و الأيونات لها إما شحنة موجبة أو سالبة.
- **الجزيء:** مجموعة من ذرّتين أو أكثر مترابطة مع بعضها. و الذرّة هي أصغر وحدة في المادة.






تكوين بلوري، حيث تكون أيوناتها منتظمة ضمن بنية شبكية. و تنتظم الأيونات داخل الشبكة بحيث تكون الأيونات متعاكسة الشحنة شديدة التماسك فيما بينها، بينما تكون الأيونات متماثلة الشحنة شديدة التباعد عن بعضها. تتصف الأجسام الصلبة الأيونية بصلادتها نظراً لبنيتها الشبكية البلورية. و بما أن الروابط الأيونية قوية جداً، فإن الأجسام الصلبة لا تنصهر إلا عند درجات حرارة عالية جداً تفوق درجة انصهار الأجسام الصلبة الجزيئية، و الأجسام الصلبة الأيونية موصلات

أيون الكلوريد

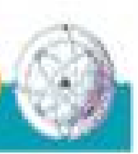
أيون الصوديوم

شبكة كلوريد الصوديوم

رديئة نظراً لعدم قدرة الأيونات على الحركة. تتكوّن أبسط أشكال الأجسام الصلبة الأيونية من أيونين، أحدهما موجب و الآخر سالب. و يمكن اعتبار ملح الطعام أو كلوريد الصوديوم مثالاً على ذلك، حيث يتكوّن كلوريد الصوديوم من أيون صوديوم له شحنة موجبة مقابل كل أيون كلوريد سالب الشحنة.

## الأجسام الصلبة المتينة

تحوي بعض الأجسام الصلبة ذرّات شديدة التماسك فيما بينها بواسطة روابط تساهمية، و تتكوّن الروابط التساهمية عندما







تتشارك الذرّات إلكتروناتها التكافؤية. و العديد من الأجسام الصلبة التساهمية لها بنية جزيئية، لكن بعضها بلوري. و تقوم الروابط التساهمية بربط جميع الذرّات ببعضها لتكوين بنية شبكية قوية يصعب تفكيكها. و يطلق على هذا النوع من الأجسام الصلبة اسم «الصلب التساهمي الشبكي». انظر الصفحات (76-77).

## أشباه الفلزات

تضم أشباه الفلزات مجموعة صغيرة من العناصر تجمع بين خواص الفلزات واللافلزات، و تشمل أشباه الفلزات السيلكون و الزرنيخ. و من خواص أشباه الفلزات توصيلها للكهرباء، و لكن ضمن ظروف محددة، و لذلك يُطلق عليها اسم أشباه الموصلات، و لقد اكتسبت هذه المواد أهمية منذ

**نظرة فاحصة**

### الأيونات و شحنتها

عند كتابة صيغة مركّب أيوني، تحتاج إلى معرفة شحنة الأيونات الداخلة في هذا المركّب و إن شحنة أيونات

إقرأ المزيد





## جرِّب بنفسك

### الصيغ المسلية

استخدم المعلومات في المربع إلى اليسار لوضع الصيغ الكيميائية لهذه المركّبات الأيونية:

- أكسيد الكالسيوم
- فوسفات الصوديوم
- فوسفات الكالسيوم

(انظر أسفل الصفحة للحصول على الأجوبة).

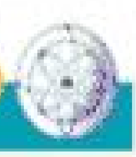
ستينيات القرن العشرين، حيث تستخدم في الأجهزة الإلكترونية، مثل الترانزستورات و الدايودات (الصمامات الثنائية)، التي تضبط سريان الكهرباء حول الدائرة الكهربائية. و قد سهلت الأجهزة الإلكترونية تصنيع حواسيب صغيرة و أجهزة الهواتف الجوالة و غيرها من الأجهزة المماثلة الأخرى بأحجام صغيرة. تُشكل أشباه الموصلات شبكة تساهمية صلبة تنتظمفيها الذرّات في بنية شبكية، و يوجد داخل شبه الموصل النقي العدد اللازم من الإلكترونات لتكوين روابط تساهمية بين جميع الذرّات. إلا أن الإلكترونات ليست متماسكة تماماً في هذه الروابط، حيث يتحرر عدد منها من الروابط وتسري عبر الجسم الصلب لتوصل الكهرباء. كما

### الأجوبة

CaO ($Ca^{2+}$ واحد و $O^{2-}$ واحد)

$Na_3PO_4$ (ثلاثة $Na^+$ و $PO_4^{3-}$ واحد)

$Ca_3(PO_4)_2$ (ثلاثة $Ca^{2+}$ و $PO_4^{3-}$ اثنان)





تستطيع الأماكن الفارغة، المعروفة باسم «الفجوات الإلكترونية»، التي تخلفها الإلكترونات المفقودة، أن تتحرك هي الأخرى، و تسلك هذه الفجوات الإلكترونية سلوكاً مشابهاً لشحنات موجبة متحركة. يُمكن التحكم بطريقة توصيل أشباه موصلات الكهرباء من خلال إضافة ذرّات عناصر أخرى. و تسمى هذه العملية «التطعيم» (أو الإشابة)، التي يتم بواسطتها ملء الفجوات داخل شبكة ذرّات شبه الفلز باستعمال ذرّة من عنصر مختلف. و على سبيل المثال، يستطيع السليكون النقي توصيل كمية محدودة من الكهرباء فقط. و لكن إذا تم تطعيم السليكون بالفسفور، سوف تترابط

تمدد الفلز داخل الأنبوب

مستودع الزئبق

أربعة من خمسة إلكترونات من ذرّة الفسفور مع ذرّات السليكون. أما الإلكترون الخامس فيبقى طليقاً و يستطيع أن يتحرك عبر الجسم الصلب و ينقل الكهرباء.

## نظرة فاحصة

### تشابه و اختلاف

يوجد الكربون النقي في أكثر من شكل واحد، أو متآصل. و من أشكال الكربون المتآصلة (و المقصود بها الموجودة في أكثر

إقرأ المزيد

## التمدد

يُطلق على التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة اسم «التجمد». كما يُطلق على التحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة اسم «الانصهار». قبل أن تنصهر الأجسام الصلبة، فإنها تتمدد أثناء تعرضها للحرارة.

فكلما زادت حرارة الجسم الصلب، زادت ذبذبة الذرّات داخل هذا الجسم، و بالتالي زادت المسافة التي تباعد بين هذه الذرّات، و نتيجة لذلك يتمدد الجسم الصلب بأكمله.

لكن تمدد الأجسام الصلبة البلورية و الأجسام الصلبة الجزيئية يكون أصغر. و عموماً أكثر الأجسام الصلبة القابلة للتمدد هي الفلزات. فعند تصميم الهياكل المعدنية الضخمة، مثل الجسور، ينبغي مراعاة تمدد أقسامها المعدنية خلال الظروف الجوية الحارة.

### مصطلحات أساسية

- **الشكل المتآصل:** أحد الأشكال الصلبة العديدة للعنصر. و تحوي جميع المتآصلات نوع الذرّة نفسها، لكن ترتيبها مختلف.
- **فجوة إلكترونية:** الفراغ الذي يتركه الإلكترون بعد تحرره من شبكة شبه

إقرأ المزيد

## التحوّل من الجسم الصلب إلى الغاز

هناك عدد قليل من الأجسام الصلبة التي لا تنصهر، و إنما تتحول مباشرة إلى غاز. و يطلق على هذه الحالة اسم «التصعيد». أما







مصطلح التبخر فيطلق على السائل عند تحوله إلى غاز. تميل الأجسام الصلبة الجزيئية إلى التصعيد أكثر من غيرها، نظراً إلى أن الأجسام الصلبة تتماسك مع بعضها بواسطة قوى ضعيفة بين جزيئاتها. لذلك من السهل بالنسبة للجزيئات المنفردة أن تتحرر و تشكل غازاً. فعلى سبيل المثال، يتخذ اليود شكلاً صلباً جزيئياً لامعاً رمادي اللون. و لكن عندما يتعرض هذا العنصر للتسخين، فسوف يتصعّد و يتحوّل إلى غاز ذي لون أرجواني غامق. و من الأجسام الصلبة الشائعة التي تتصعد «الجليد الجاف»، و هو الاسم المعروف لثاني أكسيد الكربون المجمد، و الجليد الجاف عبارة عن جسم صلب أبيض اللون يشبه الماء المتجمد إلى حدٍ كبير. لكن الجليد الجاف، حسبما يوحي اسمه، لا يؤدي إلى تبلل الأشياء، و يستخدم لحفظ الأطعمة و غيرها من المواد الحساسة و إبقائها باردة و جافة. كما يمكن للماء المجمّد أن يتصعّد في بعض الأحيان. فإذا تركت مكعباً من الجليد «الثلج» داخل المجمِّدة «الثلاجة» لفترة طويلة، فقد يتصعد؛ لأن الهواء داخل المجمِّدة «الثلاجة» يحتوي على كميات قليلة جداً من البخار، مما يُسهل على جزيئات الماء الانفصال عن





الجليد «الثلج» الصلب و تكوين بخار ماء.
و إذا كان الهواء مشبعاً ببخار الماء فلن يتصعد الجليد «الثلج» بسهولة.
هناك مثال آخر معروف عن عملية التصعيد، و هو معطرات الهواء الصلبة التي تستخدم لتعطير جو الغرفة، حيث تتصعد المادة المعطرة الصلبة و تنشر غازاً يطغى على الروائح الكريهة.

### انظر أيضا

ما المادة؟ المجلد الأول: الصفحات (6 -19).
خواص الفلزات، المجلد السادس: الصفحات (6 -18).

# 6 الحالات المتغيّرة

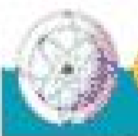
**توجد معظم المواد في الأحوال الطبيعية في حالة معينة، فإما أن تكون أجساماً صلبة أو سائلة أو غازية. لكن يُمكن أن تتغير حالة هذه المواد عن طريق إضافة الطاقة أو إزالة الطاقة، التي تكون عادة طاقة حركية على شكل حرارة.**

يحدث تغير الحالة، أو تغير الطور، عندما تتحول المادة من طورٍ إلى آخر، كما يحدث على سبيل المثال عندما يصبح الجسم الصلب سائلاً، ويحدث تغير الطور عندما تتحد أو تتفكك جسيمات المواد الصلبة أو السوائل أو الغازات، حيث ينطوي هذا التغيير دائماً على تغيير في الطاقة.

## الطاقة و تبدل الأطوار

عندما تخضع المادة لطور التبدل من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة، أو من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، يجب على الجسيمات أن تتغلب على قوى التجاذب بين جزيئاتها في حالتها

**قطرات الندى معلقة على خيوط بيت العنكبوت. يتكوّن الندى عندما يبرد الهواء الرطب أو يصطدم بسطح بارد فيتكاثف (يتحول إلى سائل) و إن هذا التحول من الهواء إلى الماء يمثل التغير في حالة المادة أو طورها.**







الأصلية.و يُطلق على جسيمات الطاقة المستخدمة للتغلب على قوى التجاذب بين الجزيئات اسم «الطاقة الحركية». أما مصدر هذه الطاقة الحركية فهو الحرارة. فعندما نعرّض مادة ما للحرارة، تمتص جسيمات هذه المادة الطاقة الحرارية التي تزيد من طاقتها الحركية الذاتية، و ينبغي أن تتذكر دائماً أن درجة الحرارة تزيد عندما نضيف مزيداً من الطاقة إلى المادة. عندما تخضع المادة لتغير في الطور من غاز إلى سائل أو من سائل إلى جسم صلب، تبرز أهمية الطاقة أيضاً. غير أنه لا بد لتلك الجسيمات أن تفقد طاقة حركية، حيث تتحرك الجسيمات ببطء أكثر أثناء تغير الطور، و بما أن الطاقة تؤدي دوراً أساسياً في هذه العملية، فإنها تسمى عملية التفاعل الماص للحرارة. إن تغير المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية يستدعي

## مصطلحات أساسية

- **التفاعل الماص للحرارة:** تفاعل كيميائي يتم خلاله امتصاص الحرارة و انخفاض درجة الحرارة المحيطة.
- **تفاعل طارد للحرارة:**

إقرأ المزيد





كمية من الطاقة أكبر مما تتطلبه المادة نفسها من أجل تغيرها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة و إن كمية الطاقة التي تمتلكها الغازات تفوق ما تحويه حالات المادة الثلاث. ولابد للمادة أن تكتسب طاقة حركية كافية تمكن الجسيمات من التغلب بشكل كامل على قوى التجاذب بين جزيئات المادة، فالمواد التي تحوي قوى تجاذب بين جزيئية أكثر شدة من باقي المواد، يجب أن تخضع لدرجات غليان عالية جداً، إذ لابد من توفير كمية كبيرة من الطاقة كي تتحول جسيماتها إلى غاز. يُطلق على مقدار الطاقة اللازمة لتغيير جسم صلب إلى سائل اسم «حرارة الاندماج». كما يطلق على كمية الطاقة اللازمة لتحويل سائل إلى غاز اسم «حرارة التبخر».

**جرب بنفسك**

**الجليد المتمدد**

المواد المطلوبة: وعاء صغير (قصعة) - مصاصة شراب- ملون طعام - صلصال لعب - قلم تحديد مزود بحبر ثابت – قطارة عين.

1. اضغط قطعة من صلصال اللعب في قعر الوعاء الصغير (القصعة).

إقرأ المزيد

## حرارة الاندماج

حرارة الاندماج هي كمية الطاقة اللازمة لتفكيك الروابط بين



جزيئات الجسم الصلب و تحويلها إلى سائل.إن التغير في الطور من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة لا يقتضي تبدلاً في درجة الحرارة، فأثناء انصهار المادة، تبقى درجة الحرارة ثابتة. و هذا يعني أنه أثناء انصهار المادة، لا تقوم الجسيمات بتغيير طاقتها الحركية و لا يحدث أي تغيير في الطاقة الحركية إلى أن ينتهي طور التبدل بشكل كامل.

## التجمد

تعبّر حرارة الاندماج أيضاً عن كمية الحرارة الناتجة عند تغير المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة. فجسيمات معظم المواد في الحالة الصلبة تكون أكثر تماسكاً مع بعضها، مقارنةً بالمواد في حالتها السائلة، و هذا يعني وجود المزيد من الجزيئات المتراصة في حجم محدد من جسم صلب يفوق عدد جزيئات الجسم السائل؛ لذلك فإن

يتشكل الصقيع على زجاج النافذة عندما يكون هناك هواء رطب داخل النافذة، بينما تكون درجات الحرارة في الخارج دون الصفر. يغير الهواء الرطب حالته و يكوّن بلورات جليدية.



الشكل الصلب لمادة ما له كثافة تفوق كثافة الشكل السائل لهذه المادة، و هذا ما يفسر سبب غرق طور الحالة الصلبة لمعظم المواد في المواد في طور حالتها السائلة. يُعدّ الماء أحد استثناءات هذه القاعدة فعندما يتجمد الماء، تتباعد جزيئاته فعلياً عن بعضها لمسافات أكبر مما كانت عليه في طور حالته السائلة. و يحدث ذلك بسبب قوى التجاذب الشديدة بين جزيئات الماء نتيجة تماسكها بواسطة الروابط الهيدروجينية (انظر الصفحات 12 - 15). كما يفسر ذلك سبب طفو الجليد على الماء، إذ أن كثافة الجليد أقل بنسبة (9 بالمئة) من كثافة الماء. و لأن الماء يتمدد أثناء تجمده، فمن الضروري ترك فراغ في أوعية الماء قبل تجميدها. فإذا قمنا بإغلاق وعاء مملوء بالماء إغلاقاً محكماً، سوف يتمدد



الماء داخل هذا الوعاء و يؤدي إلى انفجاره. عندما نقوم بتسخين جسم صلب حتى درجة الانصهار، تظل درجة الحرارة ثابتة أثناء تغير الطور. و يستطيع العلماء قياس تلك الدرجة بسهولة بالنسبة للمواد التي ليس لها درجات انصهار عالية جداً أو منخفضة جداً. إن درجة الانصهار هي درجة التجمد نفسها. فعندما يبرد السائل و يبلغ درجة التجمد، تبقى درجة الحرارة ثابتة إلى أن يتغير الطور، و يمكن لدرجة انصهار أو تجمد المواد أن تفيد في تحديد طبيعة مادة من المواد بمنتهى الدقة؛ لأن كل مادة لها درجة انصهار خاصة بها.

## حرارة التبخر

كما هو الحال بالنسبة للانصهار، تظل درجة حرارة تغير هذا الطور ثابتة إلى أن يتم تغيير الطور بصورة كاملة. فعندما يبلغ السائل درجة غليانه، تتوقف الجسيمات عن اكتساب الطاقة الحركية، و بدلاً من ذلك، تستخدم جسيمات السائل الطاقة للتغلب على قوى التماسك بين الجزيئات، و ما أن يتحول كامل السائل إلى غاز، حتى تعود درجة الحرارة إلى الارتفاع.

### جرّب بنفسك

#### التبريد السريع

يُعدّ التبريد التبخيري وسيلة فعالة لخفض درجة الحرارة.

المواد المطلوبة: ميزان حرارة - كرة قطنية - كحول تعقيم.

1. صب كمية قليلة من كحول التعقيم على الكرة القطنية.

إقرأ المزيد





## الغليان

يغلي السائل عندما يتساوى ضغط بخاره مع الضغط الجوي. فعند مستوى سطح البحر، على سبيل المثال، يغلي الماء عند الدرجة (212 درجة فهرنهايت) أي: (100C°).و عندما يزيد الارتفاع فوق مستوى سطح البحر، يقل الضغط الجوي، مما يؤدي أيضاً إلى انخفاض درجة حرارة غليان الماء. و قد يصبح هذا الانخفاض أمراً مهماً عند طهي الطعام على المرتفعات، و هناك العديد من وصفات و تعليمات خاصة بتحضير الطعام في المرتفعات الجبلية. إذا زاد الضغط الجوي، تزيد أيضاً درجة غليان الماء. و يلجأ بعض الطباخين إلى استخدام القدور الكاتمة (قدور الضغط) لزيادة الضغط داخل القِدْر و بالتالي رفع درجة غليان الماء. فإذا زادت درجة الحرارة داخل الوعاء، نضج الطعام خلال فترة زمنية أسرع.

### مصطلحات أساسية

- **قوة التجاذب بين الجزيئات:** قوة التجاذب الضعيفة بين جزيئات المادة.
- **درجة الانصهار:** درجة الحرارة التي يتحول الجسم الصلب عندها إلى سائل،

إقرأ المزيد

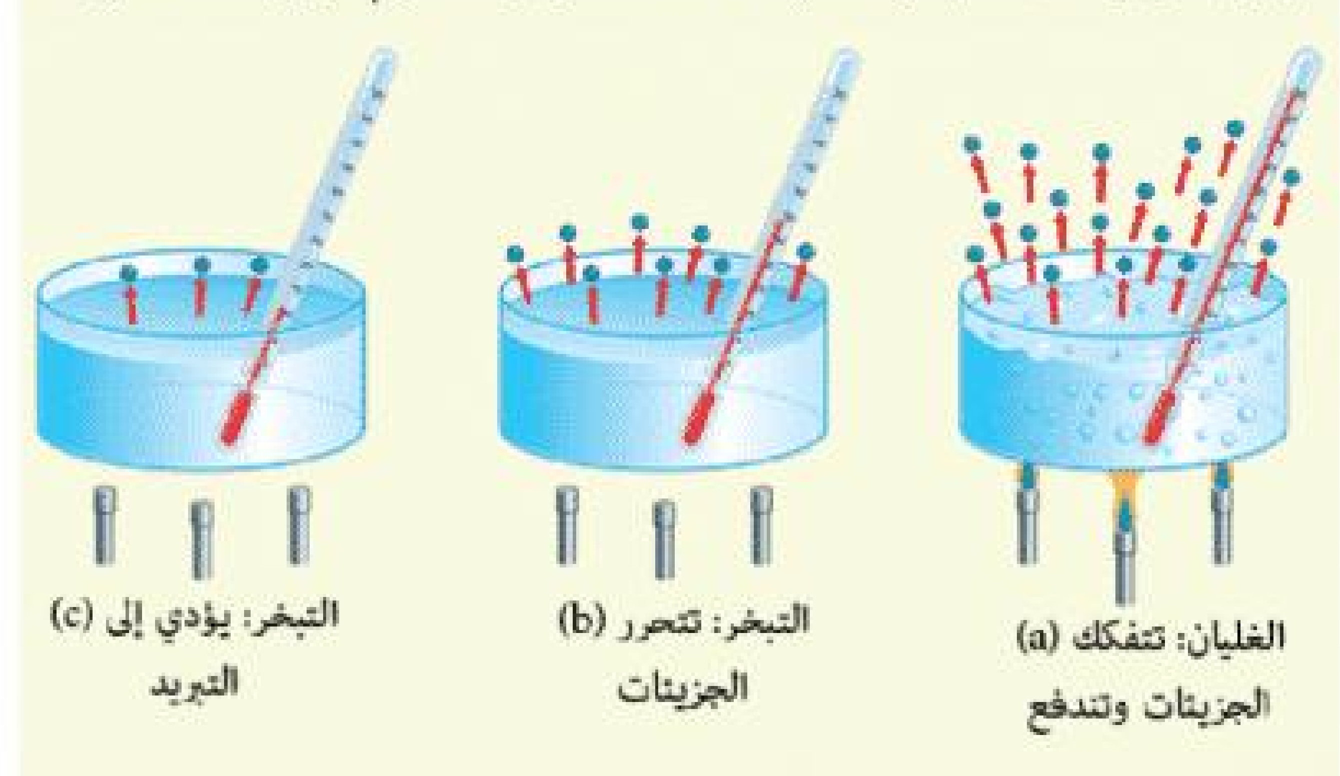
## التبريد بالتبخير

يحتاج تحويل السائل إلى غاز للطاقة. و يطلق على هذه العملية اسم العملية الماصة للحرارة. و هذه العملية هامة جداً للإنسان. فعندما تقوم بعمل مجهد أو تمارس الرياضة، يتولد في جسمك





طاقة حرارية زائدة يجب التخلص منهـا، و تتمثـل إحـدى الطـرق التي تساعدنا على التخلص من حرارة الجسم الزائـدة في التعـرّق. فعندما ترتفع درجة حرارة جسمك، يغطي العرق أنحاء جلدك. إن الحرارة المنبعثة من الجسم تعمل على تدفئـة العـرق و تـؤدي إلى تبخره، و بما أن التبخر عملية ماصة للحرارة، تقوم جزيئات العرق



(a) الغليان: تتفكك الجزيئات وتندفع

(b) التبخر: تتحرر الجزيئات

(c) التبخر: يؤدي إلى التبريد

بامتصاص الحرارة، مـما يـؤدي إلى بـرودة الجسـم و انتعاشـه. إن التبريد عن طريق التبخر (التبريد التبخيري)طريقة جيـدة تسـاعد الجسم على التخلص من الحرارة الزائدة. غير أن هذه الطريقـة لا تنجح دائماً، إذ لابد من توافر عامل الرطوبة. و الرطوبة هي كمية بخار الماء الموجود في الهواء، و عندما تكون الرطوبة مرتفعة، تبلغ كمية بخار الماء في الهواء درجة الإشباع (أقصى حـد ممكـن). و في مثل هذه الظروف، لا يستطيع الهواء احتجاز المزيـد مـن المـاء، و بالتالي لا يستطيع العرق أن يتبخر من الجسم.





إن أفضل ظرف تتحقق فيه عملية التبريد التبخيري هو عندما يكون الهواء محملاً بأقل نسبة ممكنة من بخار الماء.

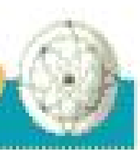
## مصطلحات أساسية

- **قوة التجاذب بين الجزيئات:** قوة التجاذب الضعيفة بين جزيئات المادة.
- **درجة الانصهار:** درجة الحرارة التي يتحول الجسم الصلب عندها إلى سائل، وتسمى هذه الدرجة أيضاً درجة التجمد، عندما يتحول السائل إلى جسم صلب.

## تبدّل الأطوار

يوجد الماء، مثل جميع المواد الأخرى، في ثلاث حالات مختلفة، و هي الحالة السائلة و الصلبة و الغازية. و كلنا نعرف الماء بحالاته الثلاث المختلفة: ففي الحالة الصلبة يسمى الجليد، و في الحالة السائلة يطلق عليه ببساطة مجرد اسم الماء، أما في حالته الغازّية فيسمى البخار.و عندما يتغير الماء من حالة إلى أخرى، نستعمل الاسم المرتبط بتلك العملية. و عندما يتحول الماء من صلب إلى سائل نصف العملية «بالانصهار»، و عندما يتحول من سائل إلى صلب، نصفه «بالتجمد».

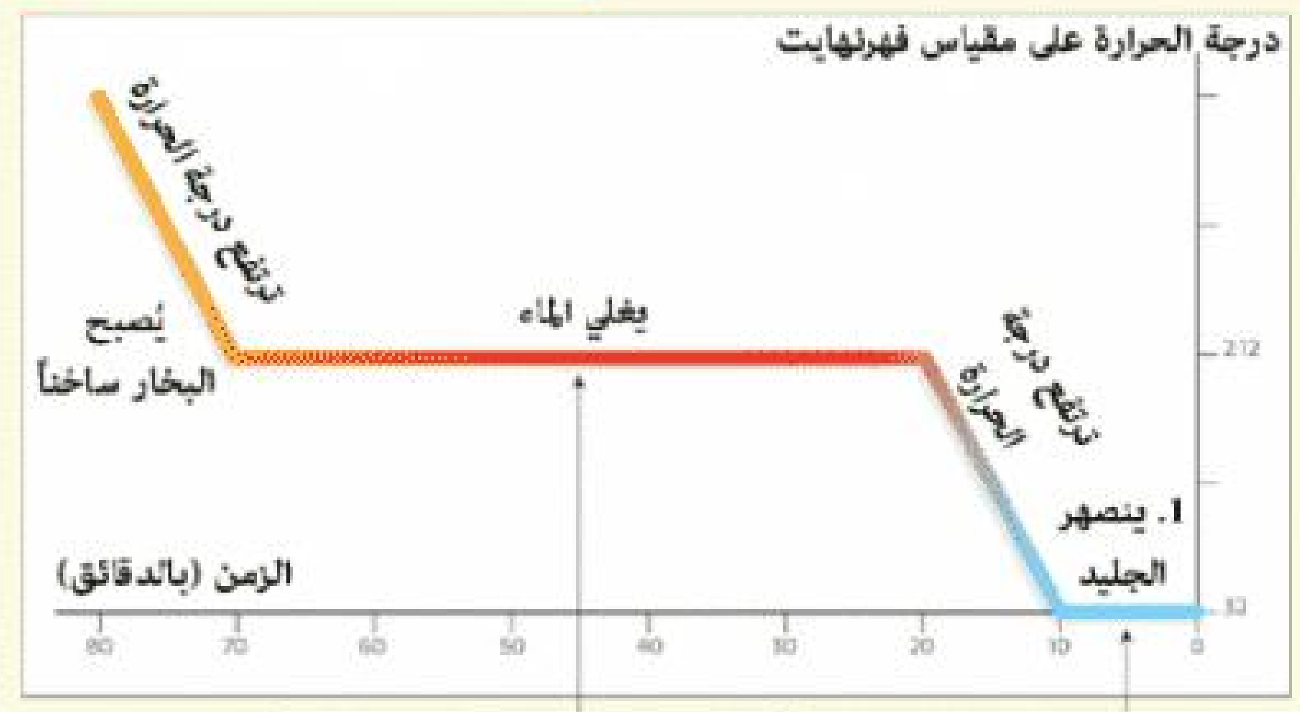


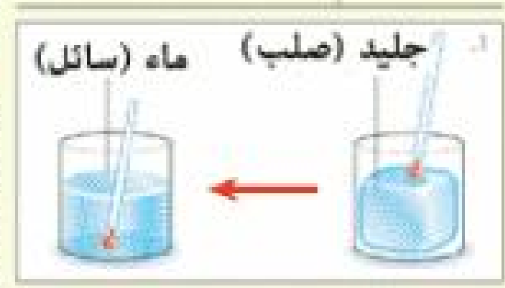




الماء من سائل إلى غاز، فإنه يغلي، و نصف العملية «بالغليان». و عندما يتحول الماء من غاز إلى سائل، نصف العملية «بالتكاثف». افترض لو أنك أخذت مكعب ثلج من الثلاجة. إذا كانت درجة حرارة الثلاجة (23 درجة فهرنهايت) أي: (-5°C) سيكون مكعب الثلج عند درجة الحرارة نفسها. أما إذا وضعنا المكعب في إناء و قمنا بتسخينه على الموقد، نكون قد أضفنا إليه طاقة حرارية. يمتص مكعب الثلج الطاقة، مما يزيد من درجة حرارته على نحو مضطرد، و عندما يبلغ مكعب الثلج درجة الانصهار، تظل درجة الحرارة ثابتة و تقوم الطاقة بتحويل مكعب الثلج الصلب إلى سائل و تبقى درجة الحرارة كما هي إلى أن ينصهر المكعب بأكمله ما إن يذوب الثلج، حتى ترتفع درجة الحرارة من جديد، و تستمر درجة حرارة الماء بالارتفاع إلى أن تبلغ درجة الغليان، و عندما يبدأ الماء بالغليان، تبقى درجة الحرارة ثابتة إلى أن يتحول الماء إلى بخار ماء. و بعد أن يغلي الماء بالكامل و يتحول إلى بخار، تزيد درجة حرارة البخار بسبب زيادة الطاقة المضافة. أما إذا أبعدنا الطاقة عن البخار، سيحدث العكس: سوف تنخفض درجة حرارة البخار إلى أن يبدأ بالتكاثف (يتحول من بخار إلى سائل). و تظل هنا درجة الحرارة ثابتة إلى أن يتكاثف البخار بالكامل و يتحول إلى ماء سائل. و يستمر انخفاض درجة الحرارة حتى يصل الماء إلى درجة التجمد، و هنا أيضاً تثبت درجة الحرارة إلى أن يتحول الماء بالكامل إلى ثلج و تستمر درجة الحرارة بالهبوط.






▲ 1. تتطلب عملية تغيير الحالة إدخال طاقة حرارية أو تحريرها. ومن أجل صهر الثلج، يجب تعريضه للحرارة. ونحتاج إلى ( 80 كيلوسعر) لصهر ( 2.2 ليبرة) أي:( 1 كيلوجرام) من الثلج. تظل درجة الحرارة عند (32°F) أي: (0°C) أثناء عملية التغير. وحين يصبح الثلج كله سائلاً تبدأ درجة الحرارة بالارتفاع.

▼ 2 . تتطلب عملية تغيير الحالة التالية من سائل إلى بخار الاستمرار في تعريض السائل للطاقة. ونحتاج إلى الحرارة لرفع درجة حرارة الماء إلى درجة الغليان (212°F) (100°C). تستغرق عملية تحويل(2.2 ليبرة) أي: (1 كيلوجرام) من الماء إلى (2.2 ليبرة) أي: (1 كيلوجرام) بخار، (54 دقيقة) بمعدل سرعة (10 كيلوسعر) في الدقيقة. ويُطلق على هذه الكمية من الطاقة اسم طاقة التبخر، والتي تعادل بالنسبة للماء (540 كيلوسعر/كيلوجرام) ويظل الماء خلال هذه الفترة عند درجة الحرارة (212°F) أي: (100°C).







## انظر أيضا

تغيرات الطاقة، المجلد الثالث: الصفحات (43 – 51).
الطاقة في التفاعلات الكيميائية، المجلد الرابع: الصفحات (8 -22).

# معلومات إضافية

## كتب و مراجع

آتكينز، بي. دبليو. المملكة الدورية: رحلة في عالم العناصر الكيميائية. نيويورك، بيزيك بووكس1997.

Atkins, P. W. The Periodic Kingdom: A Journey into the Land of Chemical Elements. New York, NY: Basic .Books, 1997

بنديك، جي. آند ويكر، بي. أسرار الجدول الدوري (مكتبة التاريخ الحي). باثغيت

Bendick, J., and Wiker, B. The Mystery of the Periodic Table (Living History Library). Bathgate, ND: .Bethlehem Books, 2003

الكيمياء الحيوية

Berg, J., Stryer, L., and Tymoczko, J. Biochemistry. .New York, NY: W. H. Freeman, 2002

الكيمياء: العلم المركز

Brown, T., Burdge, J., Bursten, B., and LeMay, E. Chemistry: The Central Science. 10th ed. Englewood .Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2005

متعة الكيمياء: العلم المدهش للأشياء المألوفة
Cobb, C., and Fetterolf, M. L. The
Joy of Chemistry: The Amazing Science of Familiar
Things. Amherst, NY: Prometheus
.Books, 2005

مبادئ الكيمياء الحيوية
Cox, M., and Nelson, DLehninger's Principles of
.Biochemistry
:th ed. New York, NY4
.W. H. Freeman, 2004

الكيمياء الحديثة
Davis, M. Modern Chemistry. New York, NY: Henry
.Holt, 2000

نشاطات كيميائية عملية و تطبيقات من واقع الحياة

.Herr, N., and Cunningham, J
Hands-on Chemistry Activities
with Real Life Applications. Hoboken, NJ: Jossey-Bass,
.2002

الكيمياء: أفكار و مشكلات
.Houck, Clifford C., and Post, Richard

Chemistry: Concepts and Problems.
Hoboken, NJ: Wiley, 1996.
ارتباطات كيميائية: الأسس الكيميائية للظواهر الحياتية
,Karukstis, K. K., and Van Hecke
:G. R. Chemistry Connections
The Chemical Basis of Everyday Phenomena.
.Burlington, MA: Academic Press, 2003
الكيمياء: روابط حول عالمنا المتغير
LeMay, E. Chemistry: Connections to Our Changing World. New York, NY: Prentice Hall (Pearson .Education), 2000

العناصر و المركّبات

Oxlade, C. Elements and Compounds. Chicago, IL: .Heinemann, 2002

ماري كوري: مكتشفة الراديوم
(عقول علمية عظيمة)
Poynter, M. Marie Curie: Discoverer of Radium (Great Minds of Science). Berkeley Heights, NJ: Enslow .Publishers, 2007

الفلور و الهيلوجين
Saunders, N. Fluorine and
.the Halogens. Chicago, IL: Heinemann Library, 2005

علماء عظام في الميدان: حياتهم الأولى، و اكتشافاتهم و تجاربهم
.Shevick, E., and Wheeler, R
:Great Scientists in Action
:Early Life, Discoveries, and Experiments. Carthage, IL
Teaching and Learning
.Company, 2004

دليل العناصر
Stwertka, A. A Guide to the Elements. New York, NY:
Oxford University Press, 2002

اكتشاف عالم الكيمياء: من الفلزات القديمة إلى الحواسب عالية السرعة

Tiner, J. H. Exploring the World of Chemistry: From Ancient Metals to High-Speed Computers. Green .Forest, AZ: Master Books, 2000

إتقان الجدول الدوري:
(50 نشاطاً حول العناصر)

Trombley, L., and Williams, F. Mastering the Periodic
:Table
Activities on the Elements. Portland, ME: Walch, 50
.2002

تحريات موقع الجريمة: مخابر العلومالواقعية للصفوف (6-12)
Walker, P., and Wood, E. Crime Scene Investigations:
Real-life Science Labs for Grades 6–12. Hoboken, NJ:
Jossey-Bass, 2002

المعجم الكيميائي المصوّر
Wertheim, J. Illustrated Dictionary
of Chemistry (Usborne Illustrated Dictionaries). Tulsa,
OK: Usborne Publishing, 2000

الكيمياء
.Wilbraham, A., et al. Chemistry
New York, NY: Prentice Hall (Pearson Education),
.2000

مسالك العلوم: الذرّات والجزيئات
.Woodford, C., and Clowes, M
Routes of Science: Atoms and Molecules. San Diego,
CA: Blackbirch Press, 2004

## مواقع إلكترونية

**فن و علم الفقاعات.**

www.sdahq.org/sdakids/bubbles

(معلومات و نشاطات حول الفقاعات)

**منجزو الكيمياء.**

www.chemheritage.org/classroom/chemach/index.html

(سيرة حياة رواد علم الكيمياء و اكتشافاتهم).

**كيمياء البطاريات.**

www.science.uwaterloo.ca/~cchieh/cact/c123/battery.html

(شرح حول عمل البطاريات).

**كيمياء الفلفل الحار.**

www.chemsoc.org/exemplarchem/entries/mbellringer

(موقع مسلي يقدم معلومات حول كيمياء الفلفل الحار).

**كيمياء الألعاب النارية.**

library.thinkquest.org/15384/chem/chem.htm

(معلومات حول التفاعلات الكيميائية التي تحدث عند تفجير الألعاب النارية).

**كيمياء الماء.**

www.biology.arizona.edu/biochemistry/tutorials/chemi
stry/page3.html

(كيمياء الماء و جوانب أخرى حول الكيمياء الحيوية).

**الكيمياء: الجدول الدوري عبر الإنترنت.**

www.webelements.com

(معلومات تفصيلية حول العناصر)

**تعلّم الكيمياء.**

library.thinkquest.org/2923

(سلسلة صفحات على شبكة الإنترنت للمساعدة على حل مسائل الكيمياء).

**الكيمياء للأطفال.**

www.chem4Kids.com

(تتضمن فصول حول المادة، و الذرّة، و العناصر، و الكيمياء، الحيوية).

**تعلم العناصر الكيميائية.**

www.chemtutor.com/e1em.htm

(معلومات حول انتقاء العناصر).

**إيريك فايشتين و عالمه الكيميائي.**

scienceworld.wollram.com/chemistry

(معلومـات كيميائيـة مجـزأة إلى ثمانيـة موضـوعات عامـة مـن (طرق تمييز المعادن).

**فهم كوكبنا من خلال الكيمياء.**

minerals.cr.usgs.gov/gips/aii-home.htm

(موقع يوضح كيفية استخدام الكيميائيين و الجيولوجيين للكيميـاء التحليلية في دراسة الأرض).

**علوم أمريكية.**

www.sciam.com

(آخر الأنباء حول تطور العلوم و التكنولوجيا).

**الكِسَف الثلجية و بلورات الثلج.**

www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals

(دليل كِسَف الثلج و بلوراته و غيرها من أشكال الجليد).

**المختبر الافتراضي، القوانين المثالية للغازات.**

zebu.uoregon.edu/nsf/piston.html

(موقع جامعة أوريغون الذي يقدم تدريبات تحـاكي قـوانين الغـاز المثالية)

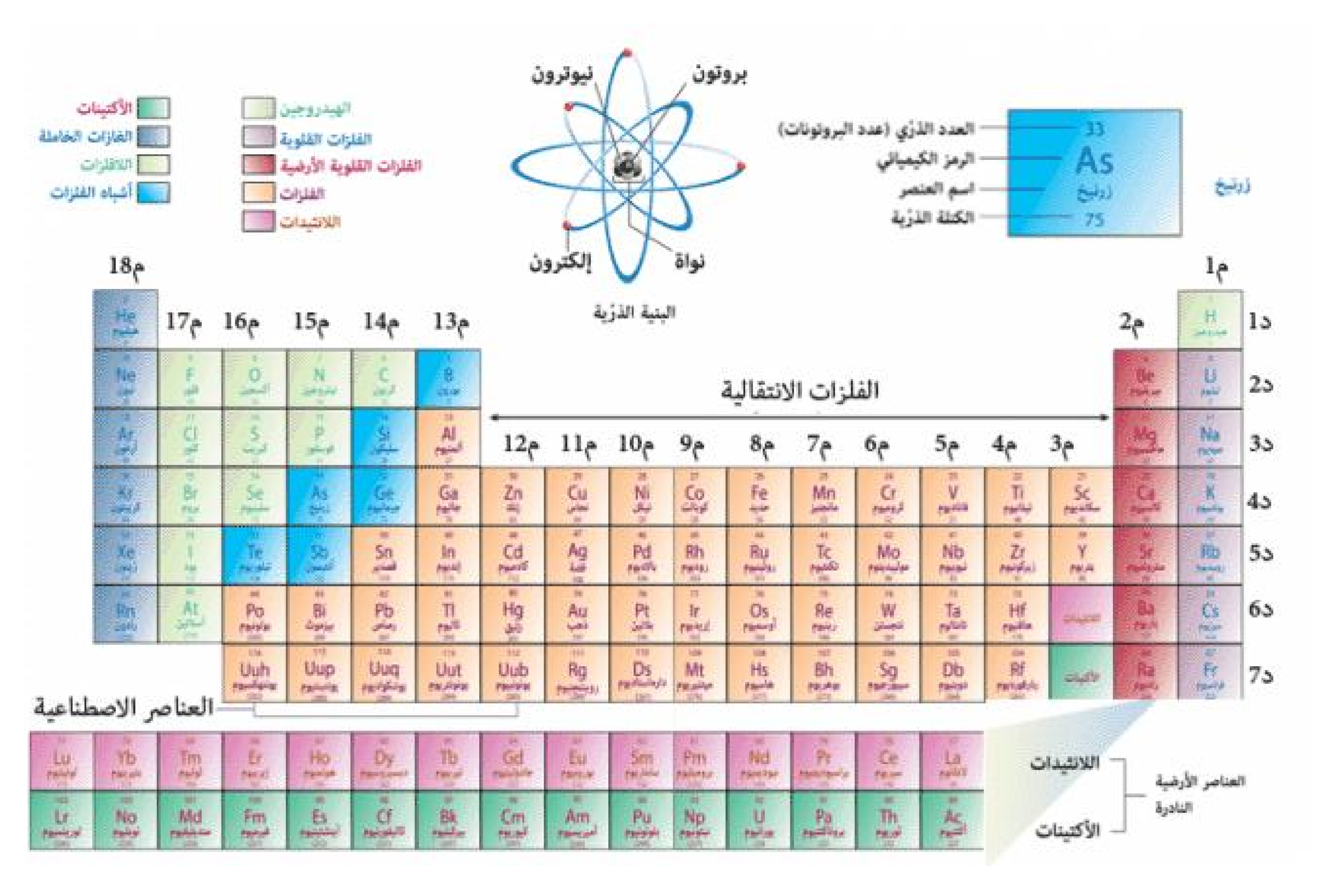
**ما الملح؟**

www.saltinstitute.org/15.html

(معلومات حول ملح الطعام).

# الجدول الدوري

يساعد الجدول الدوري على تنظيم كافة العناصر الكيميائية ضمن جدول بسيط اعتماداً على الخواص الفيزيائية و الكيميائية لذرّاتها، و قد رُتبت العناصر تبعاً لعددها الذرّي من (1 إلى 116)، و يتوقف العدد الذرّي على عدد البروتونات داخل نواة الذرّة. أما الكتلة الذرّية فهي مجموع كتلة البروتونات و النيوترونات في النواة، و لكل عنصر رمزه الكيميائي، الذي يكون بمثابة اختصار للاسم اللاتيني لذلك العنصر، حيث يرمز (K) إلى كلمة (kalium) و تعني: البوتاسيوم. و يُذكر أسفل كل رمز كيميائي الاسم الذي يُعرف به هذا العنصر. أما آخر بند في مربع أو خانة العنصر فهو الكتلة الذرّية، التي تمثل متوسط كتلة ذرّة العنصر-رتب العلماء العناصر ضمن أعمدة رأسية تُعرف «بالمجموعات»، و صفوف أفقية تعرف «بالدورات». تملك العناصر في أية مجموعة عدد الإلكترونات نفسه في أغلفتها الخارجية و خواصاً كيميائية مماثلة. كما تمثل «الدورات» العدد المتزايد للإلكترونات اللازمة لملء الغلافين الخارجي و الداخلي لتصبح مستقرة، و عند امتلاء كل الفراغات (عند اكتمال كافة أغلفة ذرّات المجموعة 18)، تبدأ الدورة التي تليها. و يقدم المجلد الخامس من هذه السلسلة مزيداً من التوضيح و المعلومات المتعلقة بالجدول الدوري.



العدد الذرّي (عدد البروتونات)
الرمز الكيميائي
اسم العنصر
الكتلة الذرّية
33
As
زرنيخ
75
زرنيخ
بروتون
نيوترون
نواة
إلكترون
البنية الذرّية
الهيدروجين
الفلزات القلوية
الفلزات القلوية الأرضية
الفلزات
اللانثيدات
الأكتينات
الغازات الخاملة
اللافلزات
أشباه الفلزات
م1
م2
م3
م4
م5
م6
م7
م8
م9
م10
م11
م12
م13
م14
م15
م16
م17
م18
د1
د2
د3
د4
د5
د6
د7
الفلزات الانتقالية
H He
Li Be B C N O F Ne
Na Mg Al Si P S Cl Ar
K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr
Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe
Cs Ba Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn
Fr Ra Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Uub Uut Uuq Uup Uuh
العناصر الاصطناعية
La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr
اللانثيدات
الأكتينات
العناصر الأرضية النادرة

# مسرد

**حمض (acid):** مادة تذوب في الماء كي تكوّن أيونات هيدروجين (H+). تتم معادلة الأحماض عن طريق القلويات و القواعد، علماً بأن الأحماض أسها الهيدروجيني أقل من (7).

**الخيميائي (alchemist):** الشخص الذي يحاول تغيير مادة ما إلى مادة أخرى عن طريق استخدام تركيبة من الكيمياء البدائية و السحر.

**قلوي (alkali):** مادة تذوب في الماء كي تشكّل أيونات الهيدروكسيد (OH-)، علماً بأن القلويات أسها الهيدروجيني أكبر من 7 و تتفاعل مع الأحماض لتشكيل الأملاح.

**الشكل المتآصل (allotrope):** شكل مختلف للعنصر. تكون فيه الذرّات مرتبة ببنية مختلفة.

**لابلوري (أو غير متبلور) (amorphous):** وصف لشيء يفتقر إلى بنية أو شكل محددان.

**الذرّة (atom):** أصغر وحدة بنائية مستقلة في المادة. و تتكوّن كل المواد من ذرّات.

**الكتلة الذرّية (atomic mass):** عدد البروتونات و النيوترونات في نواة الذرّة.

**العدد الذرّي (atomic number):** عدد البروتونات في النواة.

**عدد أفوجادرو (Avogadro's number):** عدد الذرّات أو الجزيئات أو الأيونات في مول واحد من مادة نقية. و هذا

العدد يساوي (602,213,670,000,000,000,000,000) أو (6.0221367 1023).

**درجة الغليان (boiling point):** درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل إلى غاز.

**رابطة (bond):** رابطة كيميائية بين الذرّات.

**قانون بويل (Boyle's law):** قانون الغاز الذي يفيد بأن ضغط الغاز يتناسب عكساً مع حجمه.

**الحركة البراونية (Brownian motion):** حركة الجسيمات المعلقة في السائل، وسبب هذه الحركة تصادم جزيئات السائل مع الجسيمات المعلقة.

**الخاصية الشعرية (capillary action):** خاصية ارتفاع السوائل داخل أنبوب ضيق نتيجة القوى غير المتعادلة عند سطح الماء.

**قانون تشارلز (Charles's law):** قانون الغاز الذي يُبيّن أن حجم الغاز يتناسب مباشرة مع درجة حرارته.

**المعادلة الكيميائية (chemical equation):** رموز وأعداد توضّح كيفية تحول المتفاعلات إلى نواتج خلال التفاعل الكيميائي.

**الصيغة الكيميائية (chemical formula):** الحروف والأعداد التي تمثل أحد المركّبات الكيميائية، مثل صيغة (H2O) التي تمثل الماء.

**تفاعل كيميائي (chemical reaction):** تفاعل بين مادتين كيميائيتين أو أكثر (المتفاعلات) لتكوين مواد كيميائية جديدة (النواتج).

**الرمز الكيميائي (chemical symbol):** الحروف التي تمثل مادة كيميائية مثل (Cl) الكلور أو (Na) الصوديوم.

**مركّب (compound):** مادة مكوّنة من عدة عناصر خضعت لتفاعل كيميائي.

**يضغط (compress):** ينقِص الحجم عن طريق العصر أو بذل الضغط.

**التكاثف (condensation):** التغير من الحالة الغازية إلى السائلة.

**موصل (conductor):** المادة التي تنقل الحرارة و الكهرباء بصورة جيدة.

**التركيز (concentration):** كمية المادة المذابة في كمية محددة من المذيب.

**الرابطة التساهمية (covalent bond):** رابطة تشارك فيها الذرّات إلكتروناً واحداً أو أكثر مع ذرّات أخرى.

**النقطة الحرجة (critical point):** درجة الحرارة و الضغط التي توجد عندها المادة في الأطوار الثلاثة كلها: الصلبة و السائلة و الغازية.

**بلورة (crystal):** جسم صلب مكوّن من نماذج ذرّية منتظمة و مكررة.

**شبكة بلورية (crystal lattice):** البنية المنتظمة و المكررة الموجودة في الأجسام الصلبة البلورية.

**الكثافة (density):** كتلة مادة في وحدة الحجم.

**انجذاب ثنائي القطب (dipole attraction):** قوة الجذب بين نهايات الجزيئات المشحونة كهربائياً.

**يذوب (dissolve):** يكوّن محلولاً.

**التصادم المرن (elastic collision):** تصادم لا يحدث خلاله فقدان للطاقة.

**الكهرباء (electricity):** سريان الإلكترونات أو غيرها من الجسيمات المشحونة التي تتحرك عبر المادة.

**إلكتروليت (electrolyte):** سائل يحتوي على أيونات تنقل التيار بين الأقطاب.

**الأشعة الكهرومغناطيسية (electromagnetic radiation):** الطاقة المنبعثة عن مصدر ما على شكل أشعة جاما، أو أشعة إكس، أو أشعة فوق بنفسجية، أو ضوء مرئي، أو موجات قصيرة تحت حمراء، أو موجات لاسلكية.

**الإلكترون (electron):** جسيم دقيق مشحون بشحنة سالبة يدور حول نواة الذرّة.

**العنصر (element):** مادة لا يمكن تفكيكها إلى مكونات أبسط. و تحتوي العناصر على نوع واحد فقط من أنواع الذرّة.

**مستوى الطاقة (energy level):** تكون الإلكترونات مرتبة ضمن أغلفة حول نواة الذرّة. و تمثل هذه الأغلفة تكون مستويات طاقة مختلفة،

مختلفة، بحيث تكون الأغلفة الأقرب إلى النواة أقلها طاقة.

**التبخر (evaporation):** تغير الحالة من سائل إلى غاز عندما تصل درجة حرارة السائل إلى درجة أقل من درجة غليانه.

**الانشطار (fission):** العملية التي تتفكك خلالها ذرّة كبيرة إلى جزئين صغيرين أو أكثر.

**الاندماج (fusion):** العملية التي تندمج خلالها ذرّات صغيرة لتكوين ذرّة واحدة أكبر.

**غاز (gas):** الحالة التي لا تكون خلالها الجسيمات متماسكة مع بعضها وحرة الحركة في أي اتجاه.

**الحرارة (heat):** انتقال الطاقة بين الذرّات. إن إضافة الحرارة تجعل الذرّات تتحرك بسرعة أكبر.

**السعة الحرارية (heat capacity):** كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة جسم ما بمعدل درجة واحدة على مقياس الحرارة المئوي (1.8°F).

**حرارة الاندماج (heat of fusion):** كمية الطاقة اللازمة لتحويل جسم صلب إلى سائل.

**حرارة التبخر (heat of vaporization):** كمية الطاقة اللازمة لتحويل السائل إلى غاز.

**المزيج غير المتجانس (heterogeneous mixture):** المزيج الذي تنتشر فيه عدة مواد مختلفة بصورة غير متساوية.

**المزيج المتجانس (homogeneous mixture):** مزيج ذابت فيه مادة واحدة أو امتزجت كلياً بمادة أخرى.

**الرابطة الهيدروجينية (hydrogen bond):** انجذاب ضعيف ثنائي القطب يشمل دائماً ذرّة هيدروجين.

**التحلل المائي (hydrolysis):** عملية انقسام الجزيء بعد تفاعله مع جزيء من الماء.

**ماص للماء (hydrophilic):** وصف لشيء ينجذب إلى الماء.

**كاره للماء (hydrophobic):** وصف لشيء لا ينجذب إلى الماء.

**غير امتزاجي (immiscibility):** عندما لا يمتزج سائلان أو أكثر، وإنما يكوّنان طبقات منفصلة.

**غير قابل للذوبان (insoluble):** عندما لا تذوب المادة في المذيب.

**روابط بين الجزيئات (intermolecular bonds):** الروابط التي تحافظ على تماسك الجزيئات مع بعضها. و تكون هذه الروابط أضعف من الروابط الموجودة بين ذرّات الجزيء.

**رابطة داخل الجزيئات (intramolecular bond):** رابطة قوية بين ذرّات الجزيء.

**الأيون (ion):** الذرّة التي فقدت أو كسبت إلكتروناً واحداً أو أكثر.

**الرابطة الأيونية (ionic bond):** الرابطة التي تعطي فيها الذرّة إلكتروناً واحداً أو أكثر إلى ذرّة أخرى.

**التأين (ionization):** تكوين الأيونات عن طريق إضافة أو إزالة الإلكترونات من الذرّات.

**النظير (isotope):** تحتوي ذرّات العنصر على العدد نفسه من البروتونات، مع احتمال اختلاف عدد النيوترونات. يُطلق على هذه النسخ المختلفة عن العنصر نفسه اسم النظائر.

**الطاقة الحركية (kinetic energy):** طاقة الحركة.

**النظرية الحركية (kinetic theory):** دراسة التدفق الحراري و العمليات الأخرى من حيث حركة الذرّات و الجزيئات.

**سائل (liquid):** المادة التي يكون فيها تماسك الجسيمات ضعيفاً، مما يتيح لها الحركة بحرية حول بعضها البعض.

**قابل للطرق (طروق) (malleable):** صفة للمادة التي يمكن طرقها لتأخذ أشكالاً مختلفة من دون أن تتكسر. و الفلزات عموماً قابلة للطرق.

**المادة (matter):** أي شيء يُمكن وزنه.

**درجة الانصهار (melting point):** درجة الحرارة التي يتحول عندها الجسم الصلب إلى سائل. و عندما يتحول السائل إلى جسم صلب، فإن درجة الحرارة نفسها تسمى أيضاً درجة التجمد.

**فلز (metal):** عنصر صلب و صقيل و قابل للطرق و السحب و موصل للحرارة و الكهرباء.

**الرابطة الفلزية (metallic bond):** الرابطة التي تتحرك إلكتروناتها الخارجية بحرية في الفراغات بين الذرّات.

**أشباه الفلزات (metalloids):** عناصر لها خواص الفلزات و اللافلزات.

**المزيج (mixture):** مادة مكونة من أنواع مختلفة من المواد غير المترابطة فيزيائياً أو كيميائياً.

**المولالية (التركيز الجزيئي الجرامي) (molality):** عدد مولات المذاب الذائب في كيلوجرام واحد من المذيب.

**المولارية (التركيز الجزيئي الوزني) (molarity):** عدد مولات المذاب الذائب في لتر واحد من المُذيب.

**مول (الجزيء الجرامي) (mole):** كمية المادة التي تحتوي على عدد متساوٍ من الذرّات، كما هو الحال في (12 جراماً) من ذرّات الكربون -12، و هذا الرقم هو (6.022 1023).

**الجزيء (molecule):** ذرّتان أو أكثر متماسكة مع بعضها ولها شكل و حجم مميزين.

**الكسر المولي (الكسر الجزيئي الجرامي) (mole fraction):** نسبة عدد مولات مادة واحدة إلى مجموع مولات جميع المواد الموجودة.

**النيوترون (neutron):** أحد الجسيمات التي تكوّن نواة الذرّة. و النيوترونات لا يكون لها أية شحنة كهربائية.

**النواة (nucleus):** الجزء

المركزي من الذرّة. و تحتوي النواة على بروتونات و نيوترونات، باستثناء ذرّة الهيدروجين، التي تحتوي نواتها على بروتون واحد فقط.

**تغير الطور (phase change):** التحول من حالة إلى حالة أخرى.

**الفوتون (photon):** جسيم ينقل كمية من الطاقة، مثل الطاقة الضوئية.

**البلازما (plasma):** «الحالة الرابعة للمادة» التي تفقد فيها الذرّات بعض أو جميع إلكتروناتها.

**راسب (precipitate):** جسم صلب غير قابل للذوبان يتكوّن عن طريق تفاعل إزاحة مزدوج بين مركّبين ذائبين.

**الضغط (pressure):** القوة الناتجة عن الضغط على شيء ما.

**الناتج (product):** المادة أو المواد الجديدة التي ينتجها التفاعل الكيميائي.

**البروتون (proton):** جسيم موجب الشحنة موجود في نواة الذرّة.

**الاضمحلال الإشعاعي (radioactive decay):** تفكك النواة غير المستقرة من خلال فقدان جسيمات ألفا و بيتا.

**الإشعاع (radiation):** نواتج النشاط الإشعاعي، و هي جسيمات ألفا و بيتا و أشعة جاما.

**المتفاعلات (reactants):** المكوّنات الضرورية للتفاعل الكيميائي.

**الكتلة الذرّية النسبية (relative atomic mass):** قياس كتلة الذرّة بالمقارنة مع كتلة ذرّة أخرى. و القيم المستخدمة هي قيم الكتلة الذرّية نفسها.

**الكتلة الجزيئية النسبية (relative molecular mass):** مجموع كافة الكتل الذرّية للذرّات في الجزيء.

**الملح (salt):** مركّب مكوّن من أيونات سالبة و موجبة، و يتكوّن عندما تتفاعل مادة قلوية مع أحد الأحماض.

**الغلاف (shell):** مدار الإلكترون. و يمكن أن يحتوي كل غلاف على عدد محدد من الإلكترونات لا أكثر.

**الجسم الصلب (solid):** حالة المادة التي تكون خلالها الجسيمات متماسكة بترتيب منتظم و متين.

**المُذاب (solute):** مادة تذوب في المُذيب.

**محلول (solution):** مزيج من عنصرين أو أكثر، أو من مركّبات في طور واحد (صلب أو سائل أو غازي).

**المذيب (solvent):** السائل الذي تذوب فيه مادة مذابة.

**السعة الحرارية المحددة (specific heat capacity):** كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة كمية محددة من مادة ما بمقدار درجة مئوية واحدة (C°1) أي: (F°1.8).

**الظروف القياسية (standard conditions):** درجة الحرارة و الضغط في الظروف العادية.

**الحالة (state):** الشكل الذي تتخذه المادة، إما كجسم صلب أو سائل أو غاز.

**الجسيمات دون الذرّية (subatomic particles):** الجسيمات التي يكون حجمها أصغر من الذرّة.

**سائل فائق البرودة (supercooled liquid):** السائل الذي جرى تبريده تحت درجة تجمده من دون أن يتحول إلى الحالة الصلبة.

**درجة الحرارة (temperature):** قياس مدى سرعة حركة الجزيئات.

**إلكترونات التكافؤ (valence electrons):** الإلكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي للذرّة.

**قوى فان دير فال (van der Waals forces):** قوى ضعيفة قصيرة الأجل بين الذرّات و الجزيئات.

**لزج (viscous):** صفة للسائل الذي يتدفق ببطء لأنه غير مائع تماماً.

**متطاير أو طيّار (volatile):** صفة للسوائل التي تتبخر بسهولة.

**الحجم (volume):** الفراغ الذي يشغله الجسم الصلب أو السائل أو الغازي.

## الأجسام الصلبة

لا تتحرك الجسيمات في المواد الصلبة بسرعة تكفي للتغلب على قوى الجذب بين الجسيمات. ومع أن الجسيمات تهتز، إلا أنها تظل متماسكة بقوة في مكانها.

## السوائل

تكون الجزيئات في السوائل متراصة مع بعضها البعض، لكنها تحوي كمية كافية من الطاقة تمكنها من التغلب على عوامل الجذب نحو الجزئيات القريبة منها، فتنزلق فيما بينها.

## الغازات

تتحرك جزيئات الغاز بسرعة كبيرة وتتغلب تقريباً على كافة القوى بين جسيماته. وتتحرك الجسيمات بشكلٍ مستقل عبر كامل الفراغ الذي يحويها.

## الحركة البراونية

المواد المطلوبة: كأس زجاجي - ماء - ملونات طعام.

1. املأ كأساً زجاجياً طويلاً بالماء واركنه لعدة ساعات.

2. أضف قطرة أو قطرتين من ملونات الطعام إلى الماء وراقب كيف ينتشر اللون. تنتشر جسيمات ملون الطعام في الماء بسبب تصادمها بجزيئات الماء، وتتأثر هذه الحركة بدرجة الحرارة. فلو كررنا التجربة عند درجة حرارة أعلى، سنلاحظ أن عملية انتشار ملون الطعام تتم على نحوٍ أسرع. أما عند درجات الحرارة المنخفضة، فسوف يكون انتشار اللون أكثر بطئاً.

# الجليد العائم

المواد المطلوبة: كأس زجاجي - ماء - جليد «ثلج». عندما نضيف الجليد إلى كأس من الماء، يرفع الجليد مستوى الماء داخل الكأس. يعتقد الكثيرون أنه عند انصهار الجليد، سيرتفع منسوب الماء أكثر نظراً لبروز الجليد فوق سطح الماء. لكن هذه الفكرة غير صحيحة. وما عليك إلا أن تجرب هذا بنفسك وتراقب ما سيحدث. ضع بعض مكعبات الجليد داخل كأس، ثم اركنه على سطح مستوٍ. صب الماء في الكأس حتى يصل إلى حافته العليا. سترى أن بعض مكعبات الجليد ستبرز فوق حافة الكأس. راقب انصهار الجليد وستكتشف أنه رغم انصهار مكعبات الجليد كلها، لم تنسكب أية كمية من الماء فوق حافة الكأس لأن وزن الماء داخل الكأس ظل نفسه من دون تغيير.

## الحالة الرابعة للمادة

تُعد البلازما عادة الحالة الرابعة من حالات المادة، وتتألف البلازما من جسيمات مشحونة تتحرك بحرية، مثل الإلكترونات، وجسيمات أخرى تسمى الأيونات، وهي عبارة عن ذرّات فقدت أو كسبت إلكتروناً واحداً أو أكثر، وتتكوّن البلازما عندما تُنتزع الإلكترونات من الذرّات، ويستدعي نزع هذه الإلكترونات من الذرّات كمية كبيرة من الطاقة؛ لذلك فإن جسيمات البلازما لها طاقة عالية جداً. وتمنح هذه الطاقة العالية البلازما خواصاً فريدة من نوعها تميزها عن الأجسام الصلبة والسائلة والغازية. إن الشمس والبرق والشفق القطبي الشمالي والمصابيح الفلورية وألسنة اللهب أمثلة على البلازما. وفي الحقيقة تعدّ البلازما من أكثر أشكال المادة انتشاراً، إذ تشكل (99 بالمئة) من الكون المرئي، وربما الكثير من أشكال المادة التي لا نستطيع رؤيتها.

## فقاعات تعلو وتطوف، أم تهبط فتسقط؟

المواد المطلوبة: سائل جلي – ماء - خل - بيكربونات الصودا (صودا الخَبْز) - قضيب فقاعات - وعاء صغير مقعَّر (قصعة) - إناء زجاجي مع غطاء - أنبوب مطاطي.

1. اصنع ثقباً في غطاء الإناء الزجاجي يكفي لإدخال الأنبوب المطاطي. اطلب مساعدة أحد الكبار.
2. اخلط كمية صغيرة من سائل الجلي بالماء في القصعة.
3. اغمس قضيب الفقاعات في الماء الممزوج بسائل الجلي ثم أخرجه وحرك القضيب في الهواء. ينبغي أن تسبح الفقاعات في الهواء.
4. أضف قليلاً من بيكربونات الصودا والماء والخل إلى الإناء الزجاجي ثم ضع الغطاء. ينتج عن هذا التفاعل ثاني أكسيد الكربون.
5. اغمس قضيب الفقاعات في الماء الممزوج بالصابون وضعه عند نهاية الأنبوب المطاطي، وينبغي أن تكون كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من الأنبوب كافية لنفخ الفقاعات. لاحظ فقاعات ثاني أكسيد الكربون. ستجد أن الفقاعات تسقط إلى الأرض، وسبب ذلك هو أن ثاني أكسيد الكربون أثقل من الهواء.

## الانتشار والانبجاس

تكون جسيمات الغاز في بعض الأحيان صغيرة جداً لدرجة أنها تعبر الفراغ بين الجزيئات، بحيث يعبره كل جسيم على حدة في كل مرة. ترتبط هذه العملية بما يسمى بالانتشار، والذي يُطلق عليه أيضاً اسم الانبجاس. وتوضح هذه الصور الفنية كيفية تأثير عملية الانبجاس على البالونات المملوءة بالغازات المختلفة.

معدل سرعة تسرب الغاز عن طريق الانبجاس يتوقف على كتلته الجزيئية ومدى سرعة تلك الجزيئات وإن الغازات الأخف والأسرع في الحركة تنبجس بسرعة أكبر من الغازات الثقيلة والبطيئة.

## الضغط والغوص

رغم عدم إحساسنا بالغلاف الجوي، إلا أنه يبذل الضغط على أجسامنا. كما يبذل الماء الضغط على أجسامنا أيضاً. وكلما زاد عمق غوصنا في الماء، زاد الضغط. ويُحدَّد الضغط عند السطح بـ (1) وحدة ضغط جوي. يتعرض الغواصون لكل (33 قدماً) أي: (10 أمتار) من الغوص في أعماق البحر لوحدة ضغط جوي أخرى. ويُشكل هذا الضغط مصدر قلق بالنسبة للغواصين؛ لأن هذا الضغط من شأنه أن يُجبر غاز النتروجين الذي يسري في دمائهم على الذوبان. وإذا ما اندفع الغواص بسرعة نحو سطح الماء، فإن التحرر المفاجئ من الضغط سيؤدي إلى تكوّن فقاعات نيتروجين في دمهم، مما يسبب لهم الألم أو الموت في بعض الأحيان.

## مصطلحات أساسية

• **يضغط:** يقلل الحجم أو القياس عن طريق الكبس أو بذل الضغط.

• **الغاز:** مادة، مثل الهواء، تنتشر وتملأ الفراغ المتوافر لها.

• **المول:** كمية أي مادة تحتوي على العدد نفسه من الذرّات أو الجزيئات المساوية لـ (12 جراماً) كربون. ويُطلق على هذا العدد اسم عدد أو ثابت أفوجادرو، الذي يعادل (1023 × 6.022)، ويساوي (602,213,670,000,000,000,000,000).

• **الضغط:** القوة الناتجة عن الضغط على شيء ما.

• **درجة الحرارة:** وحدة قياس حرارة أو برودة مادة ما.

• **الحجم:** الفراغ الذي يشغله جسم صلب أو سائل أو غازي.

# البالون المنكمش

المواد المطلوبة: بالون- مجمِّدة «ثلاجة»

1. انفخ بالوناً.
2. ضع البالون داخل المجمِّدة «الثلاجة» حوالي 30 دقيقة.
3. أخرج البالون من المجمِّدة «الثلاجة». ما هو حجم البالون الآن، بالمقارنة مع حجمه عند وضعه داخل المجمِّدة؟

ماذا تعتقد سيحصل للبالون عندما يسخن؟ راقب واكتشف بنفسك. يتغير حجم البالون؛ لأن حركة الجزيئات تصبح أقل سرعة عندما تنخفض درجة الحرارة، وتتسارع عندما ترتفع درجة الحرارة.

تُظهر الصورة في الأعلى بالوناً بعد نفخه مباشرة. أما الصورة في الأسفل فتظهر البالون نفسه بعد تركه داخل المجمِّدة «الثلاجة» لفترة 30 دقيقة تقريباً. لاحظ أن البالون قد تقلّص قليلاً؛ لأن جزيئات الغاز داخله باتت تتحرك ببطء، وتنتج ضغطاً أقل.

تهدف تجربة (تشارلز) التي تستخدم مكبساً متحركاً إثبات أثر تسخين الغاز على تغيير حجمه. يحافظ المكبس على المستوى نفسه عند درجة حرارة الغرفة.

عند تطبيق الحرارة على الوعاء، تصبح جزيئات الغاز أكثر نشاطاً وتبدأ ببذل الضغط على المكبس نحو الأعلى. عند إزالة الحرارة، يبدأ المكبس بالانخفاض بسبب برودة الغاز وفقدانه للطاقة.

# ملخص قوانين الغاز

# اللزوجة وزيوت المحركات

تتوافر زيوت المحركات بـدرجات مختلفـة مـن اللزوجـة. ولابد أنك سمعت بزيت مـن هـذا النـوع بـوزن (30) أو (40)، وتشير كلمة «وزن» هنا إلى اللزوجة. فكلـما ارتفـع الـوزن، كانـت درجـة اللزوجـة أعـلى. تتعـرض زيـوت المحركات إلى درجات حرارة عاليـة داخـل المحـرك. ففـي فصل الصيف تصبح درجة الحرارة أكثر ارتفاعاً مـما هـي عليه في أجواء الشتاء الباردة. لذلك، من المهـم أن نختـار لزوجة الزيت التي تناسب الطقس لمنع أي احتكاك يؤذي المحرك.

توصف بعض الزيوت بأنها زيوت متعددة الأوزان، حيث تضاف إليها مواد كيميائية تسـمى البـوليمرات. وتـتحكم هذه المـواد المضـافة بـالتغيرات التـي تطـرأ عـلى الزيـت عنـدما ترتفـع درجـة حرارتـه. وتناسـب هـذه الزيـوت المحركات في أحوال الطقس المتقلبـة، لأنهـا تحـافظ عـلى اللزوجة المناسـبة خـلال التغـيرات الملحوظـة في درجـات الحرارة.

# الإبرة العائمة

المواد المطلوبة: إبرة خياطة – ماء – وعاء مقعر (قصعة) - مِلقط

1. املأ القصعة بالماء.
2. امسك الإبرة بالملقط بشكل أفقي.
3. ضع الإبرة ببطء على سطح الماء.
4. عندما تصبح الإبرة أفقية مع سطح الماء وعلى تلامس معه، حرر الإبرة من الملقط. ستلاحظ أن الإبرة تطفو على سطح الماء. وقد تحتاج لعدة محاولات كي تجعل الإبرة تطفو على السطح. إن سبب طفو الإبرة يعود إلى أن توتر سطح الماء قوي جداً وقادر على حمل كتلة الإبرة.

# قطرات المطر

يشبّه الناس غالباً قطرات المطر بشكل الدموع. غير أن قطرات المطر المنهمرة من السماء لا تشبه من حيث الشكل قطرة الدمع. فللماء توتر سطح قوي يميل إلى جذب كل الجزيئات معاً عندما تتكوّن قطرة الماء، مما يعطي قطرة الماء شكلها الكروي. أما سبب ذلك فهو تساوي كافة القوى السطحية في الشكل الكروي، وعندما تسقط قطرة المطر، يتسطّح أسفلها قليلاً بسبب مقاومة الهواء، بينما يظل قسمها العلوي مدوّراً.

يتراوح حجم قطرة الماء عادة بين (0.1 و 5 مم)، لكنه قد يصل حتى (8 مم)، وإذا تجاوز حجم قطرة الماء هذا الحد، فإن مقاومة الهواء تقوم بتفكيكها إلى قطرات أصغر حجماً.

# كيف تصنع غيمة في إناء

المواد المطلوبة: إناء واسع ومتين - كوب قياس- ماء- شمعة عائمة- قفاز مطاطي. بخار الماء غاز عديم اللون، ولكن إذا جرى تبريده بسرعة، يكوّن قطرات صغيرة تبدو بيضاء عند تشتيت الضوء. وهذا ما يحدث في السحابة البخارية التي نشاهدها خلف الطائرات النفاثة.

1. اسكب حوالي ربع كوب من الماء داخل الإناء.

2. اقلب القفاز المطاطي بحيث يصبح وجهه الداخلي للخارج. ضع شمعة عائمة داخل الإناء واطلب من أحد الكبار إشعال الشمعة، أطفئ الشمعة بعد ثوان قليلة بالنفخ على لهبها وسارع إلى شدّ فتحة القفاز وابسطه فوق عنق الإناء بحيث يغطي العنق بالكامل.

3. ادخل يدك في القفاز داخل الإناء. وقد تكون الشمعة ساخنة، لذلك تجنب لمسها.

4. اثنِ أصابعك على شكل قبضة ثم اسحبها من دون تحريك الإناء. يجب أن ترى غيمة تتكوّن داخله، ثم ستختفي الغيمة عندما تتوقف عن عملية السحب نحو الأعلى. فالغيمة تتكوّن لأن تغير الضغط يؤدي إلى تكاثف جزء من بخار الماء (يتحول إلى سائل كما كان من قبل) ويصبح مرئياً.

# الأطعمة المجففة بالتبريد

تساعد العملية التي يُطلق عليها اسم التجفيف بالتبريد على حفظ الأطعمة، وذلك من خلال إزالة الماء من الطعام. وتسمح هذه الطريقة بتخزين الأغذية لفترات زمنية طويلة عند درجة حرارة الغرفة. ينبغي إضافة الماء الحار إلى الطعام قبل تناوله، حيث يمتص الطعام الماء ويصبح جاهزاً للأكل. كما تُعدّ طريقة التجفيف بالتبريد مفيدة لأنها تحافظ على نكهة الطعام ورائحته.

يستمد التجفيف بالتبريد آلية عمله من استخدام ضغط بخار الماء، حيث يتم تجميد الطعام ثم تعريضه لدرجة حرارة وضغط منخفضين كي يتحول الماء المتجمد في الطعام إلى غاز من دون أن يصبح سائلاً من جديد وينطلق الغاز من الطعام الذي يُحفظ داخل عبوات بشكل مُحكم لمنع الرطوبة من الوصول إليه. يمكن تخزين الطعام للاستعمال في وقت لاحق. ويناسب هذا النوع من الأطعمة الرحّالة الذين لا يفضلون حمل أوزان ثقيلة.

## مصطلحات أساسية

- **المخلوط غير المتجانس:** المخلوط الذي لا تكون المكونات فيه منتشرة بصورة متساوية.
- **المخلوط المتجانس:** المخلوط الذي تكون مكوناته منتشرة بصورة متساوية.
- **غير قابل للذوبان:** عندما لا تذوب المادة في مادة أخرى.
- **قابل للذوبان:** عندما تذوب المادة في مادة أخرى.
- **المادة المُذابة:** المادة التي تذوب كي تشكل محلولاً.
- **المحلول:** مخلوط متجانس تكون فيه المواد في حالة فيزيائية متماثلة.
- **المُذيب:** المادة التي تذوب فيها المادة المُذابة.

## مصطلحات أساسية

- **المركّب:** مادة تحوي عنصرين أو أكثر مترابطة مع بعضها بواسطة الروابط الكيميائية.
- **الإلكتروليت:** مادة أيونية موصلة للكهرباء.
- **الإلكترون:** جسيم له شحنة سالبة يدور حول نواة الذرّة.
- **غير امتزاجي:** مادة لا تمتزج مع مواد أخرى.
- **الأيون:** ذرّة فقدت أو كسبت إلكتروناً واحداً أو أكثر.
- **امتزاجي:** مادة قابلة للامتزاج بالمواد الأخرى.
- **الجزيء:** مجموعة من ذرّتين أو أكثر مترابطة مع بعضها بروابط كيميائية.

# محاليل ملوَّنة

تستطيع مشاهدة جسم صلب يذوب في أحد السوائل من خلال هذه التجربة البسيطة. تحتاج للقيام بالتجربة إلى كأس زجاجي طويل وشفاف ومسحوق شراب الفواكه وعود تنظيف أسنان مسطح. اختر نوعاً من شراب الفاكهة قاتم اللون، كشراب العنب أو الكرز.

1. املأ الكأس بالماء.
2. استخدم الجانب العريض المسطح من عود تنظيف الأسنان لأخذ مقدار صغير من مسحوق الفاكهة.
3. امزج بلورات المسحوق بالماء برفق.
1. راقب بلورات (حبيبات) المسحوق أثناء هبوطها داخل الكأس.

الحبيبات الصغيرة في مسحوق شراب الفاكهة هي المُذاب، وبإمكانك مشاهدة ذوبانها في الماء بما أنها تكوّن محلولاً ملوناً. ينتشر اللون من الحبيبات إلى أن يملأ الماء داخل الكأس بالكامل وذلك بسبب عملية تسمى الانتشار، والتي تؤدي إلى انتشار السائل أو الغاز في المذيب. ويحدث هذا الأمر نتيجة الحركة العشوائية للجزيئات التي يتكوّن منها الغاز أو السائل، كما هما الحال في الحركة البراونية (انظر الصفحة 6).

# مصطلحات أساسية

- **التركيز:** كمية المُذاب في مقدار محدد من المُذيب.
- **الانتشار:** العملية التي تؤدي إلى انتشار جسيمات الغاز أو السائل.
- **المولالية:** عدد مولات المُذاب الذائب في كيلوجرام من المُذيب.
- **المولارية:** عدد مولات المُذاب الذائب في لتر واحد من المُذيب.
- **المول:** (6.022 × 1023) جزيء من إحدى المواد.
- **الكسر المولي:** نسبة عدد مولات مادة ما إلى العدد الإجمالي لمولات كافة المواد الموجودة.

## تغير قابلية الذوبان

يُمكن ملاحظة كيفية تأثير مساحة سطح المادة على ذوبانها من خلال مقارنة سرعة ذوبان السكر المطحون بمكعبات السكر في الماء.

تكون مساحة سطح السكر المطحون أكبر عند ملامسته للمذيب، وبالتالي يذوب بصورة أسرع من مكعبات السكر.

كما أن تحريك المذاب يزيد من معدل سرعة الذوبان؛ لأن هذه العملية تُبعد التركيزات الثقيلة من السكر المذاب عن السكر غير الذائب، مما يُمكّن المحلول الجديد غير المُشبع من التلامس مع السكر.

تملك جزيئات المذيب طاقة حركية أعظم عند درجات الحرارة المرتفعة. وعندما تتحرك جزيئات المذيب بسرعة، تزيد نسبة ملامستها بكمية أكبر من المذاب، مما يؤدي بدوره إلى زيادة معدل سرعة الذوبان.

# تحضير الآيس كريم (المثلجات)

الآيس كريم هو عبارة عن محلول مكوّن من حليب مجمّد ونكهات مختلفة. لتحضير الآيس كريم، تحتاج لكوبين من الحليب وربع كوب سكر وملعقتين صغيرتين من خلاصة الفانيلا ومقدار أربعة أكواب من مكعبات الجليد «الثلج» ونصف كوب من الملح وكيسين مزودين بسحاب - واحد من الحجم الكبير وآخر صغير، بالإضافة إلى شريط لاصق عريض.

1. ضع الحليب والسكر والفانيلا في الكيس الصغير وأحكم إغلاقه بالشريط اللاصق العريض، هز الكيس كي تختلط محتوياته.
2. امزج مكعبات الجليد«الثلج» والملح معاً في الكيس الكبير.
3. أدخل الكيس الصغير في الكيس الكبير وادفعه بين مكعبات الجليد «الثلج» بحيث يصبح محاطاً بأكبر كمية ممكنة من الجليد «الثلج».
4. هز الكيس الكبير نحو الأعلى والأسفل وللأمام والخلف لمدة 15 دقيقة.
5. أخرج الكيس الصغير واستمتع بتذوق الآيس كريم الذي قمت بتحضيره.

يساعد الملح على خفض درجة حرارة الجليد «الثلج» داخل الكيس الكبير، بحيث يصبح الجليد «الثلج» بارداً بما يكفي لتجميد مزيج الحليب والسكر لتحضير الآيس كريم.

## استخدام قوة النبذ لفصل الأجسام عن بعضها!

تستطيع فصل الأجسام السائلة عن الصلبة في المحلول المعلّق من خلال هذه التجربة البسيطة. تحتاج لتنفيذ هذا النشاط إلى علبة فارغة كبيرة من القصدير، مثل علبة القهوة، وحبل رفيع أو خيط متين. اطلب مساعدة أحد الكبار وانتبه لأنك قد تتعرض للبلل.

1. اطلب من أحد الكبار أن يصنع ثقبين صغيرين في العلبة. يجب أن يكون الثقبان متقابلين قرب الحافة العلوية للعلبة، وتأكد من خلوها من أية أطراف حادة مؤذية.
2. ادخل الحبل الرفيع عبر الثقبين لتُشكّل مقبضاً طويلاً.
3. املأ العلبة حتى منتصفها بالماء ثم أضف مقدار قبضة يد من التراب. حرك الماء كي تمزج فيه التراب وتشكل محلولاً معلقاً.
4. ضع العلبة في مكان مكشوف، ثم قم بأرجحة العلبة بشكل دوراني بواسطة الحبل الرفيع حوالي 20 مرة على الأقل. وتأكد من إحكام قبضتك على الحبل خلال تنفيذ هذه الخطوة.
5. اسكب بعض الماء من العلبة في كأس من دون أن تهز أو ترج العلبة، ثم راقب ما سيحدث. إذا كان الماء عكراً جداً، دوّر العلبة ثانية عدة مرات إضافية.

تكوّن جسيمات التراب الدقيقة محلولاً معلقاً في الماء. وعند أرجحة العلبة، يؤدي هذا التدوير إلى دفع الجسيمات نحو الأسفل، مما يسرّع من عملية الترسيب. إن كلاً من العلبة والحبل يُشكلان قوة طاردة بسيطة. وأجهزة الطرد هي عبارة عن آلات نبذ دورانية تُستخدم لإزالة المواد المعلقة من السوائل أو الغازات.

# بلورات الملح

تتكوّن بلورات الملح من نماذج مكررة للذرّات تسمى وحدات الخلية، وترتبط هذه الوحدات الصغيرة المكررة مع بعضها لتكوّن بنية تسمى الشبكة. ويُمكن تفكيك هذه الشبكة إلى أجزاء أصغر فأصغر، لكن سيظل كل جزء منها يمتلك البنية المكررة نفسها من وحدات الخلايا.

1. انثر بعض بلورات ملح الطعام على سطح قاتم اللون، ثم راقب البلورات عن طريق المكبر. ما هو شكل البلورات؟

2. انثر بعض قطع الملح الصخري على سطح قاتم، ثم راقب البلورات عن طريق المكبر. ما هو الفرق بين شكل بلورات الملح الصخري وملح الطعام؟

3. اطرق إحدى بلورات الملح الصخري بالمطرقة كي تتكسر، ثم تفحص البلورات بالمكبر. كيف تبدو الآن؟

سوف تلاحظ أن كافة أشكال الملح لها نفس بلورات مكعبة الشكل. وإذا حطمت مكعبات الملح الصخري الكبيرة، ستلاحظ أن تلك المكعبات قد تفككت إلى مكعبات أصغر حجماً.

تنتظم الجزيئات في الأجسام البلورية الصلبة ضمن نموذج متناسق.

تترابط الجزيئات مع بعضها البعض في الجسم الصلب غير المتبلور، ولكن ضمن ترتيب عشوائي.

## مصطلحات أساسية

- **لابلوري (أو غير متبلور):** شيء يفتقر إلى شكل أو بنيـة هيكلية محددة.
- **بلورة:** جسم صلب مكوّن من نماذج منتظمـة ومكـررة من الذرّات.
- **محلول:** مزيج من المواد تختلط كافة مكوناتـه بصورة متساوية.
- **سائل فائق البرودة:** سائل فائق اللزوجـة يسـيل بـبطء شديد يجعله يحافظ على شكله كالجسم الصلب.
- **لـزج:** سـائل لـزج خفيـف الميوعـة ويسـيل بـبطء.

## الذهب الخالص

يُقاس نقاء الذهب وغيره من المعادن النفيسة الأخرى بالقيراط، وعيار الذهب الخالص هو 24 قيراطاً. غير أن معظم الحلي نادراً ما تكون مصنوعة من الذهب الخالص لأنه فلز طري جداً وسهل الثني والتغضن, ومعظم المجوهرات مصنوعة من سبائك ذهبية تحتوي على النحاس وفلزات أخرى يستعان بها ليصبح الذهب صلداً (قاسياً). وغالباً ما نرى المصوغات الذهبية محددة بعيار 18 أو 14 أو 10 قيراطاً. فمن خلال العيار المحدد نستطيع أن نعرف النسبة المئوية لوجود الذهب في السبيكة. أما الذهب من عيار 24 قيراطاً فهو ذهب خالص ونقي 100 بالمئة، بينما يحتوي الذهب من عيار 18 قيراطاً على 75 بالمئة ذهباً، ويحتوي الذهب من عيار 12 قيراطاً على 50 بالمئة ذهباً. ويُمكن استخراج هذه النسبة من خلال المعادلة التالية:

(عدد القيراط ÷ 24) × 100 = نسبة الذهب الخالص

لذلك، فإن معادلة الذهب من عيار 18 قيراطاً تبدو كالتالي:

(18 ÷ 24) × 100= 75 بالمئة

كما يكون حاصل معادلة الذهب من عيار 12 قيراطاً:

(12 ÷ 24) × 100 = 50 بالمئة

هذا القناع، الذي يعود للملك المصري توت عنخ آمون المدفون قبل 3,300 عام، مصنوع من الذهب الخالص ( 24 قيراطاً).

## الأيونات وشحنتها

عند كتابة صيغة مركّب أيوني، تحتاج إلى معرفة شحنة الأيونات الداخلة في هذا المركّب وإن شحنة أيونات الفلزات تكون موجبة دائماً، بينما تنتج أشباه الفلزات دائماً أيونات سالبة الشحنة. ويمكن أن يوفر لنا اسم الأيون معلومات ضرورية عن الشحنة. فالأيونات الموجبة لها اسم مماثل لاسم الذرّات (مثل الصوديوم، «أيون الصوديوم»). أما الأيونات السالبة فتحمل في أغلب الأحيان اسماً مختلفاً (مثل «أيون الكلوريد».

| الأيون | الرمز | الشحنة |
|---|---|---|
| الصوديوم | $Na^{+}$ | 1+ |
| البوتاسيوم | $K^{+}$ | 1+ |
| الكالسيوم | $Ca^{2+}$ | 2+ |
| الألمنيوم | $Al^{3+}$ | 3+ |
| الكلوريد | $Cl^{-}$ | 1- |
| الأكسيد | $O^{2-}$ | 2- |
| الفوسفات | $PO_4^{3-}$ | 3- |

ولدى كتابة الصيغة، يجب أن تكون شحنة المركّب مساوية للصفر. يتكوّن كلوريد البوتاسيوم، على سبيل المثال، من أيونات بوتاسيوم وأيونات كلوريد، ويحمل

أيون البوتاسيوم شحنة (1+)، بينما يحمل أيون الكلوريد شحنة (-1)؛ لذلك فإن واحداً من كل أيون يتحد ليكوّن الجزيء الذي يحمل الصيغة (KCl). كما أن كلوريد الألمنيوم مكوّن من أيونات ألمنيوم وكلوريد. وبما أن شحنة أيون الألمنيوم هي (3+) وشحنة أيون الكلوريد هي (-1)، يتحد أيون ألمنيوم مع ثلاثة أيونات كلوريد، فتكون صيغة كلوريد الألمنيوم الكيميائية هي (AlCl3). ويُظهر العدد (3) أن الجزيء يضم ثلاثة أيونات كلوريد مقابل أيون ألمنيوم واحد. وتحتوي أيونات الكلوريد مجتمعةً على شحنة إجمالية مؤلفة من (-3)، والتي تتوازن مع شحنة أيون الألمنيوم (3+).

## تشابه واختلاف

يوجد الكربون النقي في أكثر من شكل واحد، أو متآصل. ومن أشكال الكربون المتآصلة (والمقصود بها الموجودة في أكثر من شكل) الماسّ والجرافيت، المستخدم في أقلام الرصاص. فهذان المتآصلان (الماسّ والجرافيت) عبارة عن كربون نقي، لكن ترتيب ذرّاتهما مختلف، مما يمنح الأجسام الصلبة خواصاً شديدة الاختلاف.

الماسّ هو أكثر المواد المعروفة صلابة، على عكس الجرافيت (الرصاص الأسود) المعروف بنعومته. وفي كلا الشكلين ترتبط كل ذرّة كربون بأربع ذرّات أخرى. لكن كل ذرّة من ذرّات الماسّ ترتبط بقوة بالذرّات الأربع المجاورة لها. وتشكل هذه الذرّات شبكة ثلاثية الأبعاد شديدة الصلادة. إن هذه البنية التركيبية هي التي تمنح الماسّ صلادته (صلابته أو قساوته) الفائقة.

أما بالنسبة للجرافيت، ترتبط كل ذرّة بقوة مع ثلاث ذرّات مجاورة فقط، وتكوّن الذرّات معاً طبقات سداسية الأشكال، بينما تكون رابطةالذرّة الرابعة مع ذرّة موجودة في طبقة أخرى. وتتصف هذه الرابطة بضعفها الواضح، مما يسمح للطبقات أن تتحرك فوق بعضها البعض وإن سبب نعومة الجرافيت يكمن في قدرة طبقات ذرّاته على التحرك بسهولة. فالعلامة التي يحدثها قلم الرصاص على الورقة، على سبيل المثال، ليست سوى طبقة من الجرافيت في حالة احتكاك مع تلك الورقة.

تكوّن ذرّات الكربون في الجرافيت أشكالاً سداسية تتصل مع بعضها بواسطة صفائح ضعيفة الترابط فيما بينها، مما يتيح سهولة الحركة فيما بينها.

## مصطلحات أساسية

- **الشكل المتآصل:** أحد الأشكال الصلبة العديدة للعنصر. وتحوي جميع المتآصلات نوع الذرّة نفسها، لكن ترتيبها مختلف.
- **فجوة إلكترونية:** الفراغ الذي يتركه الإلكترون بعد تحرره من شبكة شبه موصلة.
- **شبه موصل:** مادة موصلة للكهرباء في ظروف محددة.
- **التصعيد:** العملية التي يتحول خلالها الجسم الصلب إلى غاز من دون أن يمر بالحالة السائلة.

## مصطلحات أساسية

- **التفاعل الماص للحرارة:** تفاعل كيميائي يتم خلاله امتصاص الحرارة وانخفاض درجة الحرارة المحيطة.
- **تفاعل طارد للحرارة:** تفاعل كيميائي تتحرر خلاله الحرارة فترتفع درجة الحرارة المحيطة.
- **حرارة الاندماج:** كمية الطاقة اللازمة لتحويل جسم صلب إلى سائل.
- **حرارة التبخر:** كمية الطاقة اللازمة لتحويل سائل إلى غاز.
- **تغير الطور:** التغير من حالة إلى حالة أخرى.

## الجليد المتمدد

المواد المطلوبة: وعاء صغير (قصعة) - مصاصة شراب- ملون طعام - صلصال لعب - قلم تحديد مزود بحبر ثابت – قطارة عين.

1. اضغط قطعة من صلصال اللعب في قعر الوعاء الصغير (القصعة).

2. اغرز مصاصة الشراب في قطعة الصلصال بحيث تثبت عليها بصورة عمودية.

3. أضف عدة قطرات من ملون الطعام إلى كمية من الماء. استخدم قطارة العين كي تملأ المصاصة حتى منتصفها تقريباً بالماء الملوّن.

4. ضع إشارة عند مستوى الماء داخل المصاصة مستعيناً بقلم التحديد المزوّد بحبر ثابت.

5. ضع القصعة في المجمّدة «الثلاجة» لمدة لا تقل عن أربع ساعات.

6. أخرج القصعة من المجمّدة «الثلاجة» ولاحظ كيف تغير المستوى الذي حددته بالقلم على المصاصة بعد أن تجمد الماء. فعندما تجمد الماء، تمدد الجليد «الثلج»، وهذا ما زاد من ارتفاع مستوى الماء داخل المصاصة.

# التبريد السريع

يُعدّ التبريد التبخيري وسيلة فعالة لخفض درجة الحرارة.

المواد المطلوبة: ميزان حرارة - كرة قطنية - كحول تعقيم.

1. صب كمية قليلة من كحول التعقيم على الكرة القطنية.

2. اضغط الكرة للتخلص من الكحول الزائد، ثم لف كرة القطن برفق حول بصيلة ميزان الحرارة.

3. انفخ الهواء على الكرة القطنية ثم لاحظ ما سيحصل لدرجة الحرارة على الميزان. يمتص الكحول الطاقة كي يستطيع أن يتبخر، وبالتالي تنخفض درجة الحرارة

## مصطلحات أساسية

- **قوة التجاذب بين الجزيئات:** قوة التجاذب الضعيفة بين جزيئات المادة.
- **درجة الانصهار:** درجة الحرارة التي يتحول الجسم الصلب عندها إلى سائل، وتسمى هذه الدرجة أيضاً درجة التجمد، عندما يتحول السائل إلى جسم صلب.

